

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Řešení zdravotechiky v objektu rodinného domu  
s využitím dešťové vody

Solution Sanitary Instalations in the Family House with  
Use of the Rain Water

Student:

Tereza Cilečková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tereza Cilečková**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607R040 Prostředí staveb  
Téma: Řešení zdravotnické v objektu rodinného domu s využitím dešťové vody  
Solution Sanitary Instalations in the Family House with Use of the Rain Water  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Dle směrnice děkana č. 7/2015 a dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb (změna - vyhláška č. 62/2013 Sb.), řešte rodinný dům - dokumentaci pro provádění stavby, zařízení pro zdravotně - technické instalace se zaměřením na hospodaření s dešťovou vodou:

1. Souhrnná technická zpráva, teoretická část
2. Stavební část - v rozsahu potřeb TZB (koordinační situace (1:200), základy (1:50), půdorysy typických podlaží, stropů a zastřešení (1:50), řez schodištěm (1:50), půdorys střechy – pohled (1:50), pohledy (1:100))
3. Situace
4. Dokumentace zařízení pro zdravotně-technické instalace:
  - A) Projekt vnitřní kanalizace:
    1. technická zpráva
      - bilance splaškových a dešťových vod
      - dimenzování rozvodů VK
      - návrh zařízení pro využití dešťové vody
    2. výkresová část
      - plakát formátu B1 (70 x 100cm) na výšku

### Seznam doporučené odborné literatury:

Z.č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)  
ČSN 734301 Obytné budovy 2004  
ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004  
ČSN EN 1996-1 – EC 6: Navrhování zděných konstrukcí: Část 1 – Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce 2007  
Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na výstavbu  
Vyhláška MMR č. 398/2009 Sb., o obecných požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb

ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 1-5 2012  
ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem 2002  
ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006  
ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky 2004  
ČSN EN 120565 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001  
ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2003  
ČSN 759010 Vsakovací zařízení srážkových vod 2012  
ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace 2006  
ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006  
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994  
ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2011  
ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektování montáž 2002  
ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování 06  
ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006  
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005  
ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005  
ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000  
Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)  
Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)  
Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)  
Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)  
Kuba: Plynová zařízení v technické vybavenosti budov, VŠB-TU Ostrava (2003)  
Cihlár, Gebauer, Počinková: TZB, ÚT I, Cvičení, ateliérová tvorba, CERM, s.r.o. Brno (1998)  
ČSTZ Praha: Technická pravidla a doporučení GAS. Soulad TPG – TD  
www.tzbinform.cz: Společnost pro techniku prostředí  
Vaverka a kolektiv: Stavební tepelná technika a energetika budov, Vutium Brno, (2006)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Tymová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016

  
doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....28.4.2016.....

..........

podpis studenta

### Prohlašuji:

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo výdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 28.4.2016

.....

podpis studenta

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Tymové, Ph.D. a svému konzultantovi bakalářské práce Ing. Filipu Čmielovi, Ph.D. za odborné vedení, za velkou pomoc a užitečné rady při zpracování.

## **Anotace**

CILEČKOVÁ, Tereza. *Řešení zdravotechiky v objektu rodinného domu využitím dešťové vody*. Ostrava, 62s, 2016. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Tématem této bakalářské práce je návrh a projektování dvoupodlažního rodinného domu pro pětičlennou rodinu. Projekt obsahuje technickou dokumentaci pro provádění stavby. Tato práce klade důraz na využití dešťových vod a její opětovné využití v domácnosti. Návrh pro využívání dešťových srážek se skládá z návrhu akumulční nádrže, vsakovacích boxů a rozvodů vnitřního vodovodu užitkové studené vody. Konečné zhodnocení bude spočívat v ekonomickém posouzení. Vše bude zpracováno na základě platných norem. Bakalářská práce obsahuje textovou část, výkresovou část a přílohy.

## **Klíčová slova**

Rodinný dům, dešťová voda, akumulční nádrž, vsakovací boxy, kanalizace

## **Annotation**

CILEČKOVÁ, Tereza. *Solution Sanitary Instalations in the Family House with Use of the Rain Water*. Ostrava, 62s, 2016. Bachelor thesis. VŠB – Technical University of Ostrava. Supervisor Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Topic of this bachelor thesis is project and engineering of two-floor family house for family of five. Project includes technical documentation for execution of the building. This thesis place emphasis on the use of rain water and its repeated use in household. Project for use rainfall is composed from accumulation tank, soaking boxes and indoor distribution system of cold non-potable water. The final evaluation will consist in an economic assessment. Everything will be processed on the basis of valid standards. Bachelor thesis contains a text part, design part and attachments.

## **Keywords**

Family house, rain water, accumulation tank, soaking boxes, sewage system

# OBSAH

Seznam použitého značení.....	12
1 Úvod.....	15
2 Dešťové vody a jejich využití .....	16
2.1 Využívání dešťových srážek.....	16
2.2 Systém a technická zařízení .....	16
2.3 Konkrétní řešení.....	17
3 Průvodní zpráva.....	18
3.1 Identifikační údaje .....	18
3.1.1 Údaje o stavbě .....	18
3.1.2 Údaje o stavebníkovi .....	18
3.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace .....	18
3.2 Seznam vstupních podkladů.....	18
3.3 Údaje o území .....	19
3.3.1 Rozsah řešeného území .....	19
3.3.2 Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů.....	19
3.3.3 Údaje o odtokových poměrech .....	19
3.3.4 Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací .....	19
3.3.5 Údaje o souladu s územním rozhodnutím .....	19
3.3.6 Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území .....	19
3.3.7 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů .....	19
3.3.8 Seznam výjimek a úlevových řešení .....	19
3.3.9 Seznam souvisejících a podmiňujících investic .....	20
3.3.10 Seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby.....	20
3.4 Údaje o stavbě.....	20
3.4.1 Nová stavba nebo změna dokončené stavby .....	20
3.4.2 Účel užívání stavby .....	20
3.4.3 Trvalá nebo dočasná stavba.....	20
3.4.4 Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů .....	20
3.4.5 Údaje o dodržení technických požadavků na stavby.....	20
3.4.6 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů .....	21
3.4.7 Seznam výjimek a úlevových řešení .....	21



3.4.8	Navrhované kapacity stavby.....	21
3.4.9	Základní bilance stavby .....	21
3.4.10	Základní předpoklady výstavby .....	22
3.4.11	Orientační náklady stavby.....	22
3.5	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení .....	22
4	Souhrnná technická zpráva.....	23
4.1	Popis území stavby .....	23
4.1.1	Charakteristika stavebního pozemku.....	23
4.1.2	Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů .....	23
4.1.3	Stávající ochranná a bezpečnostní pásma.....	23
4.1.4	Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území.....	23
4.1.5	Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí.....	23
4.1.6	Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin .....	24
4.1.7	Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu.....	24
4.1.8	Územně technické podmínky .....	24
4.1.9	Věcné a časové vazby, podmiňující, vyvolané, související investice .....	25
4.2	Celkový popis stavby .....	25
4.2.1	Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek.....	25
4.2.2	Celkové urbanistické a architektonické řešení .....	25
4.2.3	Celkové provozní řešení, technologie výstavby .....	26
4.2.4	Bezbariérové užívání stavby.....	26
4.2.5	Bezpečnost při užívání stavby .....	26
4.2.6	Základní charakteristika objektů .....	26
4.2.7	Základní charakteristika technických a technologických zařízení .....	30
4.2.8	Požárně bezpečnostní řešení .....	31
4.2.9	Zásady hospodaření s energiemi.....	31
4.2.10	Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní prostředí .....	31
4.2.11	Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí.....	32
4.3	Připojení na technickou infrastrukturu.....	32
4.4	Dopravní řešení .....	33
4.4.1	Popis dopravního řešení.....	33
4.4.2	Napojení územní na stávající dopravní infrastrukturu.....	33
4.4.3	Doprava v klidu .....	34

4.4.4	Pěší a cyklistické stezky .....	34
4.5	Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav .....	34
4.5.1	Terénní úpravy.....	34
4.5.2	Použité vegetační prvky.....	34
4.5.3	Biotechnická opatření .....	34
4.6	Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana.....	34
4.6.1	Vliv na životní prostředí .....	34
4.6.2	Vliv na přírodu a krajinu .....	34
4.6.3	Vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000 .....	34
4.6.4	Návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení .....	35
4.6.5	Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma .....	35
4.7	Ochrana obyvatelstva.....	35
4.8	Zásady organizace výstavby .....	35
4.8.1	Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění.....	35
4.8.2	Odvodnění staveniště.....	35
4.8.3	Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu. ....	35
4.8.4	Vliv provádění stavby na okolí stavby a pozemky.....	35
4.8.5	Ochrana okolí staveniště a požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin .	36
4.8.6	Maximální zábory pro staveniště.....	36
4.8.7	Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě .....	36
4.8.8	Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin .....	36
4.8.9	Ochrana životního prostředí při výstavbě.....	36
4.8.10	Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi .....	36
4.8.11	Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb.....	36
4.8.12	Zásady pro dopravní inženýrská opatření .....	37
4.8.13	Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby.....	37
4.8.14	Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny .....	37
5	Situační výkresy .....	38
5.1	Situační výkresy širších vztahů.....	38
5.2	Celkový situační výkres .....	38
5.3	Koordinační situační výkres .....	38
6	Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení.....	39
6.1	Dokumentace stavebního nebo inženýrského projektu.....	39

6.1.1	Architektonicko-stavební řešení .....	39
6.1.2	Stavebně konstrukční řešení .....	41
6.1.3	Požárně bezpečnostní řešení .....	44
6.1.4	Technika prostředí staveb .....	44
6.2	Dokumentace technických a technologických zařízení .....	45
7	Dokladová část .....	45
8	Technická zpráva kanalizace .....	46
8.1	Úvod.....	46
8.2	Charakteristika objektu .....	46
8.3	Napojení kanalizace .....	46
8.4	Kanalizační přípojka .....	46
8.5	Splašková kanalizace .....	47
8.6	Dešťová kanalizace .....	48
8.7	Zařizovací předměty .....	49
8.8	Ochrana proti vzduť vodě .....	50
8.9	Bilance splaškových a dešťových vod .....	50
8.10	Zkouška vnitřní kanalizace .....	50
8.11	Závěr .....	50
9	Technická zpráva vodovodu.....	51
9.1	Úvod.....	51
9.2	Charakteristika objektu .....	51
9.3	Napojení vodovodu.....	51
9.4	Vodovodní přípojka .....	51
9.5	Vnitřní vodovod studené pitné vody.....	52
9.6	Sací potrubí .....	52
9.7	Domovní vodárna.....	52
9.8	Vnitřní vodovod užitkové vody .....	53
9.9	Zařizovací předměty .....	53
9.10	Zkouška vnitřní kanalizace .....	53
9.11	Závěr .....	53
10	Ekonomické posouzení.....	54
11	Závěr .....	55
12	Seznam použité literatury .....	56

13	Seznam obrázků.....	59
14	Seznam tabulek.....	60
15	Seznam příloh .....	61
16	Seznam výkresové dokumentace .....	62

## SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

1.NP	první nadzemní podlaží	
2.NP	druhé nadzemní podlaží	
a	délka půdorysu střechy včetně přesahů	[m]
A	účinná plocha střechy	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>E</sub>	celkový příčný profil střešního žlabu	[mm <sup>2</sup> ]
A <sub>i</sub>	půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>red</sub>	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>vsak</sub>	vsakovací plocha vsakovacího zařízení	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>vz</sub>	plocha hladiny vsakovacího zařízení	[m <sup>2</sup> ]
B	půdorysný průmět střechy	[m]
b	šířka půdorysu střechy včetně přesahů	[m]
b	šířka stupně	[mm]
b'	šířka vsakovací plochy podzemního prostoru	[m]
b <sub>p</sub>	šířka mezipodesty	[mm]
b <sub>r</sub>	šířka ramene	[mm]
b <sub>z</sub>	šířka zrcadla	[mm]
c	délka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží	[m]
C	součinitel odtoku	[-]
d	šířka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží	[m]
d <sub>i</sub>	vnitřní průměr dešťového odpadu	[mm]
DN	jmenovitá světlost potrubí	
DPH	daň z přidané hodnoty	
EPS	pěnový polystyren	
f	stupeň plnění	[-]
f	součinitel bezpečnosti vsaku	[-]
f <sub>f</sub>	koeficient odtoku filtru mechanických nečistot	[-]
F <sub>L</sub>	součinitel odtoku	[-]
f <sub>s</sub>	koeficient odtoku střechy	[-]
g	tíhové zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]
h	svislá vzdálenost mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce	[m]
H	výška ramene	[mm]

$h_1$	podchodná výška	[mm]
$h_2$	průchodná výška	[mm]
$h_d$	návrhový úhrn srážek	[mm]
$h_{vz}$	výška propustných stěn	[m]
$j$	množství srážek	[mm/rok]
$k$	součinitel odtoku	[ $l^{0,5}/s^{0,5}$ ]
$k_d$	koeficient denní nerovnoměrnosti	[-]
$k_h$	koeficient hodinové nerovnoměrnosti	[-]
$k_v$	koeficient vsaku	[ $m \cdot s^{-1}$ ]
$k_v$	konstrukční výška	[mm]
$L$	délka okapu	[m]
$l$	délka posuzovaného úseku potrubí	[m]
$L$	délka ramene	[mm]
$m$	retenční schopnost vsakovacího zařízení	[mm]
$N$	návratnost investice	
$n$	počet obyvatel v domácnosti	[-]
$n$	počet stupňů	
$n_r$	počet stupňů v rameni	
$P$	půdorysný průmět rozměrů střechy	
$p_{dis}$	dispoziční přetlak	[kPa]
PE	polyethylen	
$p_{minFl}$	minimální přetlak před výtokovou armaturou	[kPa]
PVC	polyvinylchlorid	
PVC-P	měkčený polyvinylchlorid	
$Q$	množství zachycené srážkové vody	[ $m^3/rok$ ]
$Q$	odtok dešťových vod	[l/s]
$Q_A$	jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst	[l/s]
$Q_a$	nejmenší množství vzduchu	[l/s]
$Q_c$	trvalý průtok	[l/s]
$Q_d$	maximální denní potřeba vody	[l/den]
$Q_D$	výpočtový průtok	[l/s]
$Q_h$	maximální hodinová potřeba vody	[l/den]
$Q_L$	návrhová odtok dešťových vod	[l/s]

$Q_m$	maximální průtok daný výrobcem	[l/s]
$Q_{max}$	maximální dovolený odtok dešťových vod	[l/s]
$Q_p$	čerpaný průtok	[l/s]
$Q_p$	průměrná potřeba vody za den na jednoho obyvatele	[l/den]
$Q_{RWP}$	odtok dešťových vod	[l/s]
$Q_{tot}$	celkový průtok odpadních vod	[l/s]
$Q_v$	průtok vzduchu dle výrobce	[l/s]
$Q_{vsak}$	vsakovaný odtok	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
$Q_{ww}$	průtok splaškových odpadních vod	[l/s]
$R$	délková ztráta třením	[kPa/m]
$r$	intenzita deště	[l/s.m <sup>2</sup> ]
$R$	koeficient využití srážkové vody	[-]
$S$	ušetřené peníze za vodné a stočné za rok	[Kč]
$S_d$	celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele za den	[l]
$t_c$	doba trvání srážky určité periodicity	[min]
$T_{pr}$	doba prázdnění vsakovacího zařízení	[h]
$V$	průtočná rychlost	[m/s]
$v$	výška stupně	[mm]
$V_N$	potřebný objem nádrže	[m <sup>3</sup> ]
$V_p$	objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody	[m <sup>3</sup> ]
$V_v$	objem nádrže dle spotřeby vody	[m <sup>3</sup> ]
$V_{vz}$	největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení	[m <sup>3</sup> ]
$Z$	koeficient optimální velikosti	[-]
$\alpha$	sklon ramene	[°]
$\Delta p_{ap}$	tlakové ztráty zařízení	[kPa]
$\Delta p_e$	tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem	[kPa]
$\Delta p_F$	tlaková ztráta vlivem místních odporů	[kPa]
$\Delta p_{rf}$	tlakové ztráty v potrubí na hlavní větvi	[kPa]
$\Delta p_{wm}$	tlaková ztráta vodoměru	[kPa]
$\zeta$	součinitel místního odporu	[-]
$\rho$	hustota vody	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\Sigma DU$	součet výpočtových odtoků	[l/s]
$\psi_i$	součinitel odtoku srážkových povrchových vod	

# 1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je návrh rodinného domu s technologií a zařízením na využití dešťových vod. V dnešní době představuje ochrana životního prostředí velký význam pro mnoho států, rodin či jednotlivce. Využíváním alternativních zdrojů, jak paliv, tak jiných produkovaných složek, pomáháme šetřit přírodu kolem nás a celý ekosystém. Návrh zařízení pro využití srážek takového malého rozsahu, jako je rodinný dům nemusí v každém vzbuzovat velký význam, ale mnozí si nedokáží představit, že tato technologie se může převtélit i do větších rozměrů. Proto tyto projekty pro rodinné domy jsou jen začátkem dlouhé cesty k levnějším a ekologičtějším zítřkům.

Projekt této bakalářské práce má hlavně zjistit, jak ekonomicky výhodné je, pořídit si takovéto zařízení. Samozřejmě výhodnost tohoto systému je pro rodinné domy, které nemají možnost napojení na dešťové kanalizace. Objekt tohoto projektu se skládá z dvou nadzemních podlaží, není podsklepen a disponuje plochou střechou. Bude odvádět splaškové vody do veřejné kanalizace a dešťové vody využívat pro svůj prospěch.

Práce obsahuje textovou část, výkresovou část a přílohy uvedené za textem.



## **2 DĚŠŤOVÉ VODY A JEJICH VYUŽITÍ**

### **2.1 Využívání dešťových srážek**

Pro mnohé obyvatele je déšť pouze klimatický vliv objevující se občas na obloze. Vzhledem k poloze naší republiky a to v mírném podnebném pásu se u nás střídají čtyři roční období. Důsledkem toho se srážky vyskytují natolik často, že je lze efektivně využívat.

Lidé si neuvědomují, že kvalitní pitná voda může být vyčerpána. Proč proto nezačít s touto kvalitní vodou šetřit a nahradit až 50% spotřebované vody v domácnosti za den vodou dešťovou. Tyto vody mohou být využity na zavlažování, splachování toalet, údržbu domu a především na praní. Některé oblasti v České republice mají problém s tvrdou vodou, či vodou s vysokými obsahy nežádoucích minerálů, a proto je tato voda nevhodná pro praní prádla. Díky těmto dokonalejším a kvalitnějším systémům nemusí problémy lidé řešit. Voda v podobě deště má pro tuto potřebu daleko lepší vlastnosti.

Navíc v dnešní době cena pitné vody stále stoupá a je možné, že v několika desetiletích bude pořízení této sady levnější než čerpání pitné vody.

### **2.2 Systém a technická zařízení**

Správné a efektivní využití závisí na kvalitních a dobře instalovaných zařízeních, tj. na správném kompaktním systému. Existuje spousta možností, jak sestavit celou soustavu podle potřeb, rozměrových dispozic každé zahrady, domu a počtu obyvatel v nich.

Základem je střecha, která bude zachytávat srážky. Samozřejmě záleží na materiálu střešní konstrukce. Všechny parametry jsou zohledňovány ve výpočtech pro správný návrh velikosti jímky. Stékat budou do okapního systému přes žlaby a svody. První filtrace může být provedena již v okapní soustavě přes lapač střešních splavenin, kde jsou odloučeny velké nečistoty jako např. listí. Další filtrace probíhá buď pod zemí, nebo ve filtru, který je umístěn uvnitř nádrže, tj. interní filtr. Nečistoty se zbylou vodu jsou odváděny do vsaku nebo je zde napojení na veřejnou kanalizaci. Celé potrubí přivádějící vodu do nádrže, je klasické potrubí kanalizace, např. Wavin, OSMA. Po přefiltrování je voda svedena do nádrže klidným nátokem, který brání víření vody. Samotné nádrže mohou být podzemní nebo nadzemní, samonosné nebo

obetonované, různých velikostí a tvarů. Čistá voda je buďto přečerpána domácí vodárnou umístěnou v domě, nebo přímo čerpadlem uvnitř nádrže. Zajisté je nutné, provést správný návrh čerpadla. Voda je odebírána pomocí sací soupravy většinou vybavené plovákem. Pokud využíváme vody v domácnosti, je nutné zabezpečení proti nedostatku vody v akumulární nádrži. Většinou je na čerpací jednotku připojen přívod právě pitné vody, která nahradí nedostatek dešťové. Poté potrubím rozvádíme vodu k jednotlivým zařizovacím předmětům.

Před začátkem je nejdůležitější provést návrh velikosti nádrže, správný návrh potřebného čerpadla a popřípadě velikosti vsakovacích boxů nebo tunelů.

## **2.3 Konkrétní řešení**

V mém projektu jsem navrhla odvod vod přes lapač střešních splavenin do podzemní nádrže s interním filtrem, vpuštění probíhá přes klidný nátok. Přebytek vody je odváděn do vsakovacích boxů. Nasátí je uskutečněno přes sací soupravu s plovákem do čerpací jednotky s čerpadlem a s napojením pitné vody, kdyby došlo k nedostatku vody v jímce. Návrh obsahuje ještě dodatečné přefiltrování jemným filtrem, umístěným již na rozváděcím potrubí užitkové vody. Podrobněji je vše popsáno v technické zprávě kanalizace (kapitola 8) a v technické zprávě vodovodu (kapitola 9).

### **3 PRŮVODNÍ ZPRÁVA**

#### **3.1 Identifikační údaje**

##### **3.1.1 Údaje o stavbě**

Název stavby: Novostavba rodinného domu

Místo stavby: Červencová 1438/3, Ludgeřovice, 747 14

Katastrální území: Ludgeřovice [688410]

Parcelní číslo: 2915/14

##### **3.1.2 Údaje o stavebníkovi**

Stavebník: Novák Petr

Adresa: Boženy Němcové 245/8, Ostrava – Poruba, 708 00

##### **3.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace**

Projektant: Cilečková Tereza

Adresa: Hornoplní 458/7, Ludgeřovice, 747 14

#### **3.2 Seznam vstupních podkladů**

Zadání bakalářské práce. Je součástí bakalářské práce.

Geodetický a hydrologický průzkum pozemku, výpis z katastru nemovitostí, podklady k stávajícím inženýrským sítím, platné stavební povolení. Tyto podklady nejsou součástí bakalářské práce.

### **3.3 Údaje o území**

#### **3.3.1 Rozsah řešeného území**

Parcela č. 2915/14 s výměrou: 1000 m<sup>2</sup>. Území je nezastavěné.

#### **3.3.2 Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů**

Nespadá pod žádnou územní ochranu podle jiných právních předpisů.

#### **3.3.3 Údaje o odtokových poměrech**

Stavbou nebudou narušeny stávající odtokové poměry daného území. Dešťové srážky budou vedeny do podzemní nádrže a následně využívány k domovnímu využití, jako užitková voda. Dešťové vody nebudou narušovat okolní pozemky.

#### **3.3.4 Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací**

Pozemek je územním plánem určen k zastavění pro individuální bydlení. Vše je v souladu s územním plánem obce Ludgeřovice.

#### **3.3.5 Údaje o souladu s územním rozhodnutím**

Celý projekt je v souladu s územním rozhodnutím.

#### **3.3.6 Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území**

Umístění stavby vyhovuje obecným požadavkům na využívání území [1].

#### **3.3.7 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů**

Taktéž splňuje požadavky dotčených orgánů. Požadavky jsou zpracovány v projektové dokumentaci a bude na ně dohlíženo v průběhu výstavby stavebním dozorem.

#### **3.3.8 Seznam výjimek a úlevových řešení**

K území se nevztahují žádné výjimky ani úlevové řešení.

### **3.3.9 Seznam souvisejících a podmiňujících investic**

Nejsou nutné žádné související ani podmiňující investice.

### **3.3.10 Seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby**

Dotčené pozemky jsou parcela číslo 2915/2, v katastru zapsána jako orná půda, majitel Karel Horák a parcela číslo 2915/5 jako zahrada, vlastníkem je rodina Mochova.

V souvislosti s umístěním stavby nebudou dotčeny žádné stavby v okolí.

## **3.4 Údaje o stavbě**

### **3.4.1 Nová stavba nebo změna dokončené stavby**

Nová stavba.

### **3.4.2 Účel užívání stavby**

Stavba určena pro trvalé bydlení pětičlenné rodiny.

### **3.4.3 Trvalá nebo dočasná stavba**

Jedná se o trvalou stavbu.

### **3.4.4 Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů**

Nespadá pod žádnou ochranu podle jiných právních předpisů.

### **3.4.5 Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb**

Budou zde splněny technické požadavky na stavby dle vyhlášky [2]. Budova není navržena a nebude používána jako bezbariérová, proto nebude splňovat požadavky dle vyhlášky [3].

### **3.4.6 Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných předpisů**

Splňuje požadavky dotčených orgánů. Požadavky jsou zpracovány v projektové dokumentaci a bude na ně dohlíženo v průběhu výstavby stavebním dozorem.

### **3.4.7 Seznam výjimek a úlevových řešení**

K stavbě se nevztahují žádné výjimky ani úlevové řešení.

### **3.4.8 Navrhované kapacity stavby**

Zastavěná plocha: 196,30 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 1 255 m<sup>3</sup>

Užitná plocha: 300,77 m<sup>2</sup>

Počet funkčních jednotek: 1

Počet osob: 5

Počet nadzemních podlaží: 2

Obestavěný prostor byl vypočten dle normovaných výpočtů [4].

### **3.4.9 Základní bilance stavby**

Součástí projektu bakalářské práce není spotřeba plynu, spotřeba elektrické energie ani celkové produkované množství a druhy odpadů a hmot.

Průměrná roční potřeba vody pro pětičlennou rodinu rodinného domu je 180m<sup>3</sup>. Tato hodnota byla stanovena dle vyhlášky [5].

Podrobnější bilanci splaškových a dešťových vod viz příloha č. 9.

Splaškové odpadní vody budou odváděny do veřejné kanalizace na ulici Červencová.

Hospodaření s dešťovou vodou je předmětem mé bakalářské práce. Srážky budou odváděny do akumulační nádrže a následně využívány v rodinném domě jako užitková voda.

Stavba spadá do energetické třídy náročnosti budov typu B, viz příloha č. 2.

#### **3.4.10 Základní předpoklady výstavby**

Předpokládaná doba výstavby je 14 měsíců. Zahájení výstavby je předpokládáno v 3/2017 a ukončení v 4/2018. Jednotlivé práce budou koordinovány stavbyvedoucím a budou dodržován obvyklý postup výstavby.

#### **3.4.11 Orientační náklady stavby**

Orientační cena byla stanovena na 5 560 000 Kč bez navrhovaného využívání vod.

### **3.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení**

SO01 Rodinný dům

SO02 Přípojka vodovodu

SO03 Přípojka kanalizace

SO04 Přípojka elektrického napětí

SO05 Přípojka plynu

SO06 Podzemní nádrž

SO07 Zpevněné plochy

SO08 Oplocení

## **4 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA**

### **4.1 Popis území stavby**

#### **4.1.1 Charakteristika stavebního pozemku**

Stavební pozemek se nachází v obci Ludgeřovice. Výměra parcely číslo 2915/14 je 1000m<sup>2</sup> a je situována na ulici Červencová. Terén pozemku je rovinný a je zatravněn. Tato plocha je určena k výstavbě dle územního plánu. Ze severu a severozápadu sousedí se silnicí, ze severovýchodní části a na jihu má parcely označeny jako orná půda a zahrada. Tento stavební pozemek vlastní investor Petr Zdařil.

#### **4.1.2 Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů**

Geodetický průzkum byl proveden specializovanou firmou. Ukázal, že podloží se skládá z hlinitopísčité půdy s indexem vsaku  $k_v = 5 \cdot 10^{-5}$ , což odpovídá koeficientu vsaku na návrh vsakovacího zařízení. Je tedy povoleno hospodaření s dešťovými vodami. Není zde problém s únikem radonu z podloží. Průzkum byl rovněž proveden odbornou firmou. Hydrogeologický průzkum stanovil podzemní vodu v hloubce 7 m pod úrovní terénu. Stavebně historický průzkum není k dispozici, jedná se o novostavbu.

#### **4.1.3 Stávající ochranná a bezpečnostní pásma**

Stavba není součástí žádných ochranných a bezpečnostních pásem.

#### **4.1.4 Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území**

Nejedná se o území záplavové ani poddolované.

#### **4.1.5 Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území**

Dotčené pozemky jsou parcela číslo 2915/2, v katastru zapsána jako orná půda, majitel Karel Horák a parcela číslo 2915/5 jako zahrada, vlastníkem je rodina Mochova. V souvislosti s umístěním stavby nebudou dotčeny žádné jiné stavby v okolí. V tomto případě nebude nutná žádná speciální ochrana okolí. Stavbou taktéž nebudou narušeny stávající odtokové poměry



daného území. Dešťové srážky budou vedeny do podzemní nádrže a následně využívány k domovnímu využití, jako užitková voda. Dešťové vody nebudou narušovat okolní pozemky.

#### **4.1.6 Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin**

Na pozemku se nachází čtyři stávající stromy, které nenaruší výstavbu a budou zachovány. Není tudíž žádný požadavek na demolici ani kácení dřevin. Úprava zahrady proběhne až po ukončení všech stavebních a úklidových prací. Budou zde vysazeny nové dřeviny a stromy, dle požadavků majitele.

#### **4.1.7 Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemku určených k plnění funkce lesa**

Žádné požadavky nejsou stanoveny.

#### **4.1.8 Územně technické podmínky**

Stavba bude napojena na místní infrastrukturu. Pozemek se nachází přímo u silnice Červencová, na kterou bude napojen vjezd do garáže a také chodník vedoucí k domu. Bude provedeno napojení na místní inženýrské sítě, které vedou pod zemí v místě komunikace.

Vodovodní přípojka dimenze 32x3,0 vedena v zemi se sklonem 0,3% k hlavnímu řádu. Připojení na vodovodní řád je proveden navrtávkou – pomocí navrtávajícího pásu Hawle. Materiál přípojky je polyethylen PE-HD PE100 SDR11, od firmy Wavin Ekoplastik. Celková délka přípojky je 11,250m. Na přípojce je umístěna vodoměrná šachta Aqua Geotherm, firmy PVC ALFA s průměrem 300mm.

Splašková kanalizace DN160 je napojena na stávající veřejnou splaškovou kanalizaci DN300 pomocí odbočky s úhlem 45° v zemi v hloubce 1,6m od úrovně podlahy. Přípojka je vedena v zemi se sklonem 3,6% k hlavnímu řádu. Dešťové vody budou likvidovány a využívány na pozemku pro domácí využití.

Plynovod je také připojen a veden v zemi. Jediná výjimka je napojení elektroinstalace, bude provedena napojením na nadzemní hlavní elektrickou síť pomocí kabelu CYKY.

#### **4.1.9 Věcné a časové vazby, podmiňující, vyvolané, související investice**

Novostavba nemá časové ani věcné vazby. Také nevznikly vyvolané ani související investice.

### **4.2 Celkový popis stavby**

#### **4.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek**

Stavba určena pro trvalé bydlení pětičlenné rodiny. Novostavba je brána jako jedna funkční jednotka s dvěma nadzemními podlažími. Jejíž zastavěná plocha je 196,30 m<sup>2</sup>. Celkový obestavěný prostor dle [4] je 1 255 m<sup>3</sup>. Z toho užitná plocha činí 300,77 m<sup>2</sup>.

#### **4.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení**

##### *Urbanismus*

Stavba se nachází v obci Ludgeřovice. Je součástí novostaveb a rozšiřování zastavěného území Ludgeřovic. Výměra parcely číslo 2915/14 je 1000m<sup>2</sup> a je situována na ulici Červencová. Terén pozemku je rovinný a je zatravněn. Součástí pozemku jsou čtyři stávající stromy, které nejsou překážkou ve výstavbě a budou zachovány. Pozemek ze severu a severozápadu sousedí s již zmíněnou ulicí Červencovou, ze severovýchodu a jihu má parcely. Jedna je označena jako orná půda a není na ni dosud žádná stavba. Druhá parcela označena jako zahrada, nachází se na ní rodinný dům. Zástavba je přímo napojena na místní komunikaci ze severozápadu.

##### *Architektonické řešení*

Objekt se skládá ze dvou nadzemních podlaží a není podsklepen. Je určen pro trvalé bydlení pro pětičlennou rodinu. Půdorys obytné části je obdélníkového charakteru s obdélníkovou garáží na jihozápadě, která má pouze výšku jednoho nadzemního podlaží.

Fasáda je opatřena silikátovou fasádní omítkou dvojí barvy, šedou a žlutou. Barvy jsou laděny do šedé. Veškeré klempířské, zámečnické a truhlářské výrobky, viditelné zvenčí jsou obarveny nástřikem na šedou barvu. Okna, dveře a garážové vrata jsou taktéž šedé ve stejném odstínu. Na okapový chodník a stání před garáží je použita zámková dlažba jedné barvy.

Dům je tvořen z cihel firmy Porotherm. Zaizolován pomocí izolace EPS. Zastřešení je řešeno plochou střechou se spádem 2%. Horní vrstva ploché střechy je nepropustná. Atika je opatřena oplechováním se spádem 5%. Okna a vnitřní dveře jsou odkoupeny od firmy Sulko. Venkovní a garážové vrata dodala firma Lomax.

#### **4.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výstavby**

Přístup a příjezd ke stavbě jsou zajištěny ze severozápadu z místní komunikace ul. Červencová. Vzhledem k charakteru stavby nejsou řešeny žádné technologie výstavby.

#### **4.2.4 Bezbariérové užívání stavby**

Stavba je navržena a bude provedena takovým způsobem, aby při jejím užívání nebo provozu nevznikalo nepřijatelné nebezpečí nehod nebo poškození. Budou zde splněny technické požadavky na stavby dle vyhlášky [2]. Budova není navržena a nebude používána jako bezbariérová, proto nebude splňovat požadavky dle vyhlášky [3].

#### **4.2.5 Bezpečnost při užívání stavby**

Bezpečnostní opatření bude v podobě zábradlí u schodiště ve výšce 1000mm nad podlahou. Výšky parapetů splňují normované předpisy [6], proto nemusí být opatřeny žádným ochranným zábradlím. Vnější plochy budou osvětleny, tak aby nedošlo k žádnému úrazu.

Bude také konstruována ochrana před bleskem, kterou bude realizovat kvalifikovaná firma. Firma bude vybrána na základě investora.

#### **4.2.6 Základní charakteristika objektů**

##### *Stavební řešení*

Objekt se skládá ze dvou nadzemních podlaží a není podsklepen. Zastřešení je řešeno plochou střechou se spádem 2%, atika je opatřena oplechováním se spádem 5%. V celé stavbě jsou použity konstrukce Porotherm.

Postup zemních prací je následovný. Proběhne vytýčení stavby. Proveďte se sejmutí ornice do hloubky 250mm. Tuto ornici ponecháme a uložíme na místo k tomu určené, pro pozdější využití. Výkopy budou zhotoveny strojní technikou. Musí být dodrženy bezpečnostní zásady. Musí být udělány rýhy pro základové pásy a pro veškeré inženýrské sítě, dle projektové dokumentace. Dokopávky a prokopávky budou prováděny ručně. Pod podkladními betony je navržen štěrkopískový podsyp frakce 8-16mm hutněný na 0,2MPa v tloušťce 200mm. Po provedení zemních prací bude provedena kontrola základové spáry projektantem.

Základová konstrukce pod obvodovou zdí je tvořena základovými pásy v hloubce 1,3m pod podlahou. Pásy mají výšku 500mm a šířku 600mm. Jsou vyrobeny z prostého betonu třídy C16/20. Na těchto pásech je usazeno ztracené bednění. Dvě tvárnice na sobě s rozměry 500x300x250mm se svislou a vodorovnou výztuží. Výpočet a návrh výztuže není předmětem bakalářské práce. V základové konstrukci budou zhotoveny prostupy potrubí kanalizace rozměrů 300x300x600mm. Místa prostupů jsou vyznačeny ve výkrese č. 02.

Základy pod nosnými vnitřními stěnami jsou provedeny základovými pásy z prostého betonu C16/20. Osazeny do hloubky 800mm, pod úroveň podlahy a mají šířku 600mm. Výjimku tvoří základ pod posledním schodišťovým stupněm, který je osazen ve stejné hloubce 800mm, pod úroveň podlahy, ale jeho šířka činí 300mm.

Vytvořeny budou také základy pod schody před vstupem do domu, výstupem z garáže a výstupem na zahradu. Budou v hloubce 620mm pod úroveň podlahy v rozměrech 900x2000mm, 700x2000mm a 700x2000mm. Musí se provést dilatační spáry mezi ztraceným bedněním a základy těchto schodů. Materiál Styrodur 50mm od firmy Isover.

Podkladní základová deska je tvořena betonem třídy C16/20, vyztužená svařovanou ocelovou kari sítí 8/150/150. Tloušťka desky je 150mm. Pod příčky není nutné dělat základy, díky vyztužené podkladní desce. Statický výpočet není předmětem bakalářské práce.

Obvodovou konstrukci tvoří tvárnice Porotherm 30 P+D. Výjimku tvoří první vrstva obvodového zdiva, kterou tvoří Porotherm 30 TS Profi. Má zabránit tepelným mostům koutu. Celá konstrukce je zateplena tepelnou izolací Rigips EPS 70 F o tloušťce 140mm. Nosné vnitřní

zdivo je Porotherm 30 P+D, ale již bez tepelné izolace. Příčky jsou navrženy z tvárnic Porotherm 11,5 P+D. U všech tvárnic je použita malta Porotherm Profi malta pro tenké spáry.

Předstěny jsou tvořeny sádkokartonem, dodávány od firmy Knauf a umístěny v koupelnách a toaletě. Jejich výška je 900mm a 2600mm, což je výška celé místnosti. Rozdělení je patrné ve výkresech.

Stropní konstrukci tvoří stropní systém Porotherm. Složený z vložek Miako a z keramobetonových stropních nosníků vyztužených svařovanou prostorovou výztuží. Uložení nosníků je minimálně 125mm. Jsou použity nosníky POT 175 z cihelných tvarovek P15 160x60x250mm, beton třídy C25/30 a výztuž dle výrobce Porotherm BSt 500M. Osová vzdálenost nosníků je 500mm v celém objektu. Před schodištěm jsou uloženy tři nosníky vedle sebe pro správné napojení železobetonové zalomené desky schodiště. Poté následuje jedna řada snížených vložek Miako s výškou 80mm. V konstrukci jsou ještě použity vložky Miako výšky 190 a 150mm. Stropní vložky s výškou 150mm jsou použity pod příčky, aby zde mohla být použita druhá vrstva výztuže. Tloušťka stropní konstrukce je 250mm v obou podlažích. Ve stopních konstrukcích obou podlaží jsou provedeny dva prostupy, pro komín a odvětrání kanalizace. Prostup je proveden vynecháním vložky Miako a následovnou dobetonávkou z prostého betonu třídy C25/30. Podrobné uložení a rozložení je uvedeno ve výkresové části stropů. Horní líc stropu nad 1.NP je +2,950m. Horní líc stropu nad 2.NP je na úrovni +5,580m. Těžký asfaltový pás bude umístěn pod příčku a nosné stěny, které leží na stropní konstrukci.

Železobetonový věnec je tvořen z betonu třídy C20/25 a vyztužený ocelovými pruty B420B. Bude proveden statický výpočet odborníkem. Výpočet není předmětem bakalářské práce. Mezi obvodovou izolací a železobetonový věnec je osazena věncovka Porotherm VT8/23,8, tl. 80mm.

Keramické překlady jsou dodány opět od firmy Porotherm. Překlady jsou vždy umístěny nad otvory oken a dveří. Ve zdivu tloušťky 300mm jsou použity tři kusy překladů Porotherm 23,8 s vnitřní tepelnou izolací Rigips EPS. Minimální uložení se odvíjí od délky překladu. Minimální uložení je splněno dle předpisu výrobce.

Průvlak umístěn pod stropem se skládá z válcovaných profilů 2xI240, délky 2700mm.

V celé budově jsou umístěny dva typy podlah, podle typu místnosti. V koupelnách, toaletě, chodbě, technické místnosti, zádveří a kuchyni je navrhnutá keramická dlažba s ukončením keramickým soklíkem. V ostatních místnostech jsou vybudovány laminátové podlahy zakončené podlahovou lištou. V samostatné garáži je podlaha opatřena tekutým samonivelační anhydritový litým potěr Cemex AnhyLevel a následně proveden ochranný nátěr pro garážové podlahy. Podrobné skladby podlah jsou uvedeny ve výkrese č. 06.

Plochá střecha je tvořena spádovými tepelně izolačními deskami Rigips EPS 100S Stabil. Sklon desek horní vrstvy je 2%. Vrchní povrch konstrukce je hydroizolace z PVC-P Alkorplan. Po stranách je střešní konstrukce ohraničena atikou, která je složena s tvárnice Porotherm 30 P+D a tepelnou izolací Rigips EPS pro izolaci a uchycení oplechování. Na atice se nachází oplechování atiky ve sklonu 5%. Skladby střechy nad hlavní částí a nad garáží jsou uvedeny ve výkrese č. 06.

Dvouramenné schodiště je tvořeno železobetonovou zalomenou deskou s výztužemi, které jsou kladeny ve směru výstupu. Stupně jsou součástí desky a je proveden dřevěný obklad stupňů. Schodiště je složeno z 18 stupňů šířky 300mm a výšky 163,68mm. Mezipodesta je široká 1200mm a dlouhá 2000mm. Tloušťka mezipodestové desky je 170mm a horní líc je ve výšce +1,475mm. Sklon schodišťových ramen je  $28^{\circ}38'$ . Je navrženo nerezové zábradlí s dřevěným madlem a výškou 1000mm. Šířka zrcadla je 100mm. Výpočet, návrh a schéma schodiště je k nalezení v příloze č. 3. Schodiště splňuje veškeré požadavky normy [7].

Komín je navržen od firmy Schiedel Absolut jednorůduhový o průměru 140mm. Součástí je integrovaná tepelná izolace a tenkostěnná vnitřní keramická vložka. Vnější rozměr je 360x360mm.

Celý objekt je zaizolován tepelnou izolací Rigips EPS 70 F o tloušťce 140mm. Sokl až po konec ztraceného bednění je zateplen extrudovaným polystyrenem Isover Styrodur 2800 C, tl. 100mm. Plochá střecha a atika je izolovaná tepelně izolačními spádovými deskami Rigips EPS 100S Stabil tl. 300-40mm. V podlaze 1.NP je tepelná izolace polystyren Isover EPS Grey 100, tl. 100mm. V podlaze 2.NP je pěnový polystyren Isover TDPT, sloužící jako tepelná i zvuková izolace.

Hydroizolace je provedena nad podkladní betonovou deskou. Jedná se o SBS modifikovaný asfaltový pás vyztužený skleněnou tkaninou, Glastek 40 Special Mineral. Další hydroizolace je umístěna nad stropní konstrukcí 2.NP Elastodek 40 Special Mineral, což je SBS modifikovaný asfaltový pás vyztužený s nosnou vložkou. Poslední vrstvu střešní konstrukce tvoří střešní hydroizolace z PVP-P Alkorplan 35 176.

Jsou navržena okna firmy Sulko, tvořená izolačním dvojsklem a velmi dobrými tepelně izolačními vlastnostmi. Rozměry a tvary jsou okótovány ve výkresech č. 03 a č. 04. Vnitřní dveře jsou rovněž od firmy sulko, dřevěné. Venkovní dveře a garážová vrata jsou navrženy od firmy Lomax. Jsou hliníkové v šedé barvě.

#### *Mechanická odolnost a stabilita*

Na výstavbu jsou použity pouze atestované a schválené výrobky. Mechanická odolnost a stabilita je garantována výrobcem. Stabilita bude prověřena výpočtem statika. Výpočet a posouzení není předmětem bakalářské práce.

#### **4.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení**

Speciální technické a technologické zařízení bude použito na využití dešťových vod. Voda bude okapy sváděna přes lapač střešních splavenin do podzemní nádrže Carat 6500l od firmy Graf. Bude přečištěna interním samočisticím filtrem Optimax-Pro, také od firmy Graf. Čerpána bude domácí vodárnou Ecorain RWS 3, od firmy Easypump. Poté bude rozváděna vodovodem užitkové vody do celého objektu na využití při splachování a praní prádla. Za domácí vodárnou bude použit ještě jemný filtr se zpětným proplachováním k dokonalému pročištění vody. Přepad z akumulární nádrže bude veden do vsakovacích boxů 4800x1200x420mm, firmy Graf.

Výčet technických a technologických zařízení:

- Podzemní nádrž Carat 6500l, firma Graf
- Interní filtr Optimax-Pro, firma Graf
- Domácí vodárna Ecorain RWS 3, firma Easypump
- Vsakovací boxy, 8ks, firma Graf

#### **4.2.8 Požárně bezpečnostní řešení**

Objekt je tvořen pouze jedním požárním úsekem. Není zde zvýšené požární riziko. Celkové zhodnocení stupně požární bezpečnosti není předmětem bakalářské práce.

#### **4.2.9 Zásady hospodaření s energiemi**

Tepelně technické vyhodnocení bylo provedeno programy Teplo [18] a Ztráty [19]. Výsledky jsou přiloženy v přílohách č. 1 a 2. Posuzované konstrukce vyhověly normovým požadavkům [8]. Objekt spadá do energetické třídy náročnosti budov typu B, což je postačující. Není zde uvažováno s využitím alternativních zdrojů energií. Budou pouze využívány dešťové vody k přefiltrování a využití v domácnosti.

#### **4.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí**

Větrání bude zajištěno okny. Bude využito přirozené větrání.

Vytápění budou zajišťovat radiátory firmy Korad. V objektu nebude použito podlahové vytápění. Podrobný návrh vytápění není předmětem bakalářské práce.

Osvětlení zajišťuje dostatek oken. Popřípadě bude použito umělé osvětlení svítidly umístěnými v každé místnosti. Podrobný návrh umělého osvětlení není předmětem bakalářské práce.

Zásobování vodou proběhne z místního veřejného vodovodu, na který bude stavba napojena.

Splaškové vody budou odváděny do veřejné kanalizace, na kterou bude objekt připojen. Dešťové vody budou zachytávány a dále využívány v domácnosti.

Výstavba bude ohlášena. Díky přípravě a opatření se nepřepokládá zvýšený negativní vlivů na okolí. Zvýšený hluk a prašnost bude v rámci přípustných mezí, pouze do ukončení stavby. Výstavba bude probíhat pouze v denních hodinách.



#### **4.2.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí**

##### *Ochrana před pronikáním radonu z podloží*

Nemusí být provedena žádná výjimečná ochrana proti pronikání radonu z podloží. Průzkum ukázal, že radon z podloží proniká.

##### *Ochrana před bludnými proudy*

Nepředpokládá se přítomnost těch proudů, proto není zapotřebí zvláštní opatření a ochrana.

##### *Ochrana před technickou seizmicitou*

Nevyskytuje se zde žádná technická seizmicita. Nemusí být provedena speciální ochrana.

##### *Ochrana před hlukem*

Hluk v dané lokalitě nepřekračuje povolené hodnoty. Konstrukci budovy tvoří zdivo splňující vzduchové neprůzvučnosti dle [9]. Nemusí být zřizovány žádné protihlukové opatření.

##### *Protipovodňová opatření*

Území se nenachází v záplavové oblasti. Proto nejsou protipovodňová opatření nutná.

##### *Ostatní účinky*

Nejsou zapotřebí speciální konstrukce a specifická výstavba. Parcela není na poddolovaném území. Také průzkum neodhalil přítomnost nebezpečného množství metanu.

#### **4.3 Připojení na technickou infrastrukturu**

Připojení na technickou infrastrukturu bude provedeno u souladu s předpisy majitele veřejných sítí. Vzdálenosti inženýrských sítí jsou splněny dle normy [10].

Kanalizační přípojka DN160 bude vedena v zemi se spádem 3,6% k veřejné kanalizaci. Připojena bude na veřejnou splaškovou kanalizaci DN300 za použití příslušné kanalizační přípojkové odbočky v hloubce 1,6m pod úrovní podlahy. Veřejná splašková kanalizace lemuje

ulici Červencová. Celé vedení přípojky bude vedeno v hloubce větší než 0,9m pod úrovní terénu. Použitý materiál PVC je od firmy Osma KG-System. Na kanalizační přípojce je napojena revizní šachta od firmy Osma DN600, typ přímý. Celková délka přípojky je 9,5m.

Dešťová kanalizace nebude odváděna do veřejné kanalizace. Dešťové vody budou odváděny ze střechy do podzemní nádrže. Poté budou využívány pro domácí potřebu.

Vodovodní přípojka tvořená z polyethylenového potrubí PE-HD PE100 SDR11 s dimenzí 32x4,4. Bude napojena na veřejný vodovod DN100 navrtávkou pomocí návrtávacího pásu od firmy HAWLE. Délka přípojky je 11,25m. Sklon vodovodní přípojky je 0,3% k veřejnému vodovodu. Napojena v hloubce 1,6m pod úrovní podlahy. Na přípojce 300mm od hranice pozemku, se nachází vodoměrná šachta AQUA GEOTHERM, firma PVC ALFA. Šachta je válcovitá s průměrem otvoru 300mm.

Plynovodní přípojka DN25 z polyethylenového potrubí bude napojena pomocí T-kusu na středotlaký plynovodní řád PE DN63. Hloubka napojení přípojky je 1,2 od úrovně podlahy. Délka přípojky je 13,06m. Na hranici pozemku je umístěn hlavní uzávěr plynu.

Elektro přípojka je napojena pomocí kabelové spojky na veřejnou elektrickou síť. Na hranici pozemku se nachází kabelová skříň s elektroměrem. Od této skříně vede rozvod kabelů, uložený v zemi v hloubce 0,5 pod úrovní terénu.

## **4.4 Dopravní řešení**

### **4.4.1 Popis dopravního řešení**

Pozemek se nachází přímo u ulice Červencová. Vjezd do garáže na severozápadní straně bude napojen přímo na asfaltovou silnici ul. Červencová. V blízkosti asi 500m se nachází autobusová zastávka s pravidelným spojením.

### **4.4.2 Napojení územní na stávající dopravní infrastrukturu**

Napojení proběhne přímo na komunikaci Červencová, u které je pozemek umístěn.

#### **4.4.3 Doprava v klidu**

Doprava v klidu bude řešena garáží pro jeden osobní automobil a jedním stáním před garáží.

#### **4.4.4 Pěší a cyklistické stezky**

Pěší a cyklistické stezky nejsou v takové blízkosti, abychom řešili jejich vliv na stavbu.

### **4.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav**

#### **4.5.1 Terénní úpravy**

Terénní úpravy budou vykonány po veškerých stavebních pracích. Bude použita sejmutá ornice, která byla uložena na předem určeném místě.

#### **4.5.2 Použité vegetační prvky**

Nezpevněné plochy budou zatravněny a budou vysazeny dřeviny na místech určených v koordinační situaci. Další prvky zahrady budou provedeny v budoucnu majitelem.

#### **4.5.3 Biotechnická opatření**

Nebudou zde provedeny žádné biotechnické opatření.

### **4.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana**

#### **4.6.1 Vliv na životní prostředí**

Stavba nemá negativní vliv na životní prostředí.

#### **4.6.2 Vliv na přírodu a krajinu**

Výstavba ani samotná stavba nebude mít vliv na přírodu a krajinu. Půda byla rovinná, zatravněná a čtyři stromy, které na pozemku jsou, budou zachovány.

#### **4.6.3 Vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000**

Stavba nemá na chráněná území Natura 2000 žádný vliv.

#### **4.6.4 Návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA**

Není předmětem bakalářské práce.

#### **4.6.5 Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma**

Nejsou navrhována žádná ochranná a bezpečnostní pásma.

#### **4.7 Ochrana obyvatelstva**

Projekt nějak nezasahuje do ochrany obyvatelstva. Pozemek bude oplocen a bude dbát na [11].

#### **4.8 Zásady organizace výstavby**

##### **4.8.1 Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění**

Připojení na elektřinu proběhne pomocí kabelové skříně, která je již realizována na hranici pozemku. Bude provedena provizorní elektrická přípojka, která bude na staveništi ukončena přípojovací skříní. Elektrická energie bude měřena a fakturována. Takto bude proveden i odběr vody z provizorní vodovodní přípojky. Voda bude měřena a fakturována majiteli pozemku.

##### **4.8.2 Odvodnění staveniště**

Není potřeba provádět speciální odvodnění staveniště. Odvádění srážkových vod ze staveniště je navrženo gravitačně vsakováním do okolního terénu.

##### **4.8.3 Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu.**

Pozemek se nachází v blízkosti komunikace Červencová, na kterou bude realizován vjezd na staveniště.

##### **4.8.4 Vliv provádění stavby na okolí stavby a pozemky**

Provádění stavby bude mít vliv na okolí pouze hlukem, který bude prováděn pouze v denních hodinách a nebude ovlivněn noční klid. Žádné jiné negativní vlivy na okolí stavby a pozemky se vyskytovat nebude.

#### **4.8.5 Ochrana okolí staveniště a požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin**

Staveniště bude oploceno provizorním oplocením. A bude označeno pro zákaz vstupu nepovolaným osobám. Stávající čtyři stromy nebudou narušovat průběh stavby, proto nejsou žádné požadavky na asanaci a demolici dřevin.

#### **4.8.6 Maximální zábory pro staveniště**

Plocha staveniště je totožná s plochou parcely.

#### **4.8.7 Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace**

Všechny vyprodukované odpady a emise budou v souladu s právními předpisy a zákonem [12]. Odpady budou převezeny a likvidovány na skládkách tomu určených.

#### **4.8.8 Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin**

Bude využita uskladněná sejmutá ornice na terénní úpravy.

#### **4.8.9 Ochrana životního prostředí při výstavbě**

Nebude třeba speciální ochrana životního prostředí, jelikož výstavba životní prostředí nenaruší.

#### **4.8.10 Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi**

Bezpečnost na staveništi bude dodržena dle [13] a [14]. Pracovníci budou nosit ochranné pomůcky a dodržovat bezpečné postupy při práci na staveništích. Staveniště bude oploceno a nebude povolen vstup nepovolaným osobám.

#### **4.8.11 Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb**

Výstavbou nebudou dotčeny žádné stavby. Není proto nutné navrhovat úpravy.

#### **4.8.12 Zásady pro dopravní inženýrská opatření**

Staveniště bude označeno viditelnou cedulí. Na komunikaci bude dopravní značka pozor výjezd vozidel stavby. Při vjezdu na staveniště bude upozornění na nedovolený vstup nepovolaným osobám.

#### **4.8.13 Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby**

Není předmětem bakalářské práce

#### **4.8.14 Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny**

Předpokládaná doba výstavby je 14 měsíců. Zahájení výstavby je předpokládáno v 3/2017 a ukončení v 4/2018. Jednotlivé práce budou koordinovány stavbyvedoucím a budou dodržován obvyklý postup výstavby. Postup výstavby není předmětem bakalářské práce.

## **5 SITUAČNÍ VÝKRESY**

### **5.1 Situační výkresy širších vztahů**

Není předmětem bakalářské práce

### **5.2 Celkový situační výkres**

Není předmětem bakalářské práce

### **5.3 Koordinační situační výkres**

Koordinační situační výkres je součástí výkresové dokumentace, výkres č. 01. Situace je zakreslena v měřítku 1:200. Nachází se na něm znázornění navrhované stavby a připojení dopravní a technické infrastruktury. Je zde zakresleno oplocení parcely, parcelní číslo objektu i parcelní čísla sousedních pozemků.

## 6 DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

### 6.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského projektu

#### 6.1.1 Architektonicko-stavební řešení

##### *Technická zpráva*

Stavba je určena pro trvalé bydlení pětičlenné rodiny. Jedná se o trvalou stavbu. Zastavěná plocha parcely je 196,30 m<sup>2</sup>. Skládá se z jedné funkční jednotky.

Objekt se skládá ze dvou nadzemních podlaží a není podsklepen. Půdorys obytné části je obdélníkového charakteru s obdélníkovou garáží na jihozápadě, která má pouze výšku jednoho nadzemního podlaží.

Fasáda je opatřena silikátovou fasádní omítkou dvojí barvy, šedou a žlutou. Barvy jsou laděny do šedé. Veškeré klempířské, zámečnické a truhlářské výrobky, viditelné zvenčí jsou obarveny nástřikem na šedou barvu RAL7024. Okna, dveře a garážové vrata jsou taktéž šedé ve stejném odstínu. Na okapový chodník a stání před garáží je použita zámková dlažba jedné barvy firmy Presbeton, odstín colormix Kalahari. Budova není navržena a nebude používána jako bezbariérová, proto nebude splňovat požadavky dle [3].

Dům je tvořen z cihel značky Porotherm. Zaizolován pomocí izolace EPS. Zastřešení je řešeno plochou střechou se spádem 2%. Horní vrstva ploché střechy je nepropustná. Atika je opatřena oplechováním se spádem 5%. Okna a vnitřní dveře jsou odkoupeny od firmy Sulko. Venkovní a garážové vrata dodala firma Lomax.

Bezpečnostní opatření bude v podobě zábradlí u schodiště ve výšce 1000 mm nad podlahou. Výšky parapetů splňují normové požadavky [6], proto nemusí být opatřeny žádným ochranným opatřením. Vnější plochy budou osvětleny, tak aby nedošlo k žádnému úrazu. Bude také konstruována ochrana před bleskem, kterou bude realizovat kvalifikovaná firma. Ochrana zdraví bude řešena v souladu veškerými předpisy. Budou použity materiály a postupy, které negativně neovlivní zdraví a životní prostředí.



Z hlediska stavební fyziky bylo docíleno, aby v konstrukci nevznikaly tepelné mosty, které by mohly mít negativní vliv na energetickou bilanci stavby. Skladby konstrukce byly posouzeny v programu Teplo [18]. Výpis z tohoto programu naleznete v příloze č. 1. Všechny posuzované konstrukce a součinitele prostupu tepla vyhověly požadavkům normy [8]. Osvětlení přirozené je zajištěno minimálně jedním oknem v každé obytné místnosti. Těmito otvory bude zajištěno požadované osvětlení během dne. Umělé osvětlení je dimenzováno, tak aby byly splněny potřebné požadavky. Dimenzování a návrh není předmětem bakalářské práce. Proti oslunění budou realizovány žaluzie v oknech. Nepříznivé šíření hluku v objektu je řešeno tepelnou a zvukovou izolací vloženou ve stropě nad 1.NP, Isover TDPT. Veškeré použité konstrukce jsou deklarované na to, aby splňovaly akustické požadavky rodinných domů. Hluk v dané lokalitě nepřekračuje povolené hodnoty. Konstrukci budovy tvoří zdivo splňující vzduchové neprůzvučnosti dle normy [9]. Nemusí být zřizovány žádné protihlukové opatření. Není zde nutná žádná ochrana budovy proti negativním účinkům vnějšího prostředí. Požární ochrana konstrukce je zajištěna použitím kvalitních a deklarovaných materiálů.

#### *Výkresová část*

Výkres č. 01	Situace	1:200
Výkres č. 02	Základy	1:50
Výkres č. 03	Půdorys 1.NP	1:50
Výkres č. 04	Půdorys 2.NP	1:50
Výkres č. 05	Půdorys stropu nad 1.NP	1:50
Výkres č. 06	Řez A-A‘	1:50
Výkres č. 07	Střecha – pohled	1:50
Výkres č. 08	Pohledy	1:100

#### *Dokumenty podrobností – skladby konstrukcí*

Skladby podlah podrobně popsány ve výkrese č. 06.

### 6.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Postup zemních prací je následovný. Proběhne vytýčení stavby. Proveďte se sejmutí ornice do hloubky 250mm. Tuto ornici ponecháme a uložíme na místo k tomu určené, pro pozdější využití. Výkopy budou zhotoveny strojní technikou. Musí být dodrženy bezpečnostní zásady. Musí být udělány rýhy pro základové pásy a pro veškeré inženýrské sítě, dle projektové dokumentace. Dokopávky a prokopávky budou prováděny ručně. Pod podkladními betony je navržen štěrkopískový podsyp frakce 8-16mm hutněný na 0,2MPa v tloušťce 200mm. Po provedení zemních prací bude provedena kontrola základové spáry projektantem.

Základová konstrukce pod obvodovou zdí je tvořena základovými pásy v hloubce 1,3m pod podlahou. Pásy mají výšku 500mm a šířku 600mm. Jsou vyrobeny z prostého betonu třídy C16/20. Na těchto pásech je usazeno ztracené bednění. Dvě tvárnice na sobě s rozměry 500x300x250mm se svislou a vodorovnou výztuží. Výpočet a návrh výztuže není předmětem bakalářské práce. V základové konstrukci budou zhotoveny prostupy potrubí kanalizace rozměrů 300x300x600mm. Místa prostupů jsou vyznačeny ve výkrese č. 02.

Základy pod nosnými vnitřními stěnami jsou provedeny základovými pásy z prostého betonu C16/20. Osazeny do hloubky 800mm, pod úroveň podlahy a mají šířku 600mm. Výjimku tvoří základ pod posledním schodišťovým stupněm, který je osazen ve stejné hloubce 800mm, pod úroveň podlahy, ale jeho šířka činí 300mm.

Vytvořeny budou také základy pod schody před vstupem do domu, výstupem z garáže a výstupem na zahradu. Budou v hloubce 620mm pod úroveň podlahy v rozměrech 900x2000mm, 700x2000mm a 700x2000mm. Musí se provést dilatační spáry mezi ztraceným bedněním a základy těchto schodů. Materiál Styrodur 50mm od firmy Isover.

Podkladní základová deska je tvořena betonem třídy C16/20, vyztužená svařovanou ocelovou kari sítí 8/150/150. Tloušťka desky je 150mm. Pod příčky není nutné dělat základy, díky vyztužené podkladní desce. Statický výpočet není předmětem bakalářské práce.

Obvodovou konstrukci tvoří tvárnice Porotherm 30 P+D. Výjimku tvoří první vrstva obvodového zdiva, kterou tvoří Porotherm 30 TS Profi. Má zabránit tepelným mostům koutu. Celá konstrukce je zateplena tepelnou izolací Rigips EPS 70 F o tloušťce 140mm. Nosné vnitřní

zdivo je Porotherm 30 P+D, ale již bez tepelné izolace. Příčky jsou navrženy z tvárnic Porotherm 11,5 P+D. U všech tvárnic je použita malta Porotherm Profi malta pro tenké spáry.

Předstěny jsou tvořeny sádkkartonem, dodávány od firmy Knauf a umístěny v koupelnách a toaletě. Jejich výška je 900mm a 2600mm, což je výška celé místnosti. Rozdělení je patrné ve výkresech.

Stropní konstrukci tvoří stropní systém Porotherm. Složený z vložek Miako a z keramobetonových stropních nosníků vyztužených svařovanou prostorovou výztuží. Uložení nosníků je minimálně 125mm. Jsou použity nosníky POT 175 z cihelných tvarovek P15 160x60x250mm, beton třídy C25/30 a výztuž dle výrobce Porotherm BSt 500M. Osová vzdálenost nosníků je 500mm v celém objektu. Před schodištěm jsou uloženy tři nosníky vedle sebe pro správné napojení železobetonové zalomené desky schodiště. Poté následuje jedna řada snížených vložek Miako s výškou 80mm. V konstrukci jsou ještě použity vložky Miako výšky 190 a 150mm. Stropní vložky s výškou 150mm jsou použity pod příčky, aby zde mohla být použita druhá vrstva výztuže. Tloušťka stropní konstrukce je 250mm v obou podlažích. Ve stopních konstrukcích obou podlaží jsou provedeny dva prostupy, pro komín a odvětrání kanalizace. Prostup je proveden vynecháním vložky Miako a následovnou dobetonávkou z prostého betonu třídy C25/30. Podrobné uložení a rozložení je uvedeno ve výkresové části stropů. Horní líc stropu nad 1.NP je +2,950m. Horní líc stropu nad 2.NP je na úrovni +5,580m. Těžký asfaltový pás bude umístěn pod příčku a nosné stěny, které leží na stropní konstrukci.

Železobetonový věnec je tvořen z betonu třídy C20/25 a vyztužený ocelovými pruty B420B. Bude proveden statický výpočet odborníkem. Výpočet není předmětem bakalářské práce. Mezi obvodovou izolací a železobetonový věnec je osazena věncovka Porotherm VT8/23,8, tl. 80mm.

Keramické překlady jsou dodány opět od firmy Porotherm. Překlady jsou vždy umístěny nad otvory oken a dveří. Ve zdivu tloušťky 300mm jsou použity tři kusy překladů Porotherm 23,8 s vnitřní tepelnou izolací Rigips EPS. Minimální uložení se odvíjí od délky překladu. Minimální uložení je splněno dle předpisu výrobce.

Průvlak umístěn pod stropem se skládá z válcovaných profilů 2xI240, délky 2700mm.

V celé budově jsou umístěny dva typy podlah, podle typu místnosti. V koupelnách, toaletě, chodbě, technické místnosti, zádveří a kuchyni je navrhnutá keramická dlažba s ukončením keramickým soklíkem. V ostatních místnostech jsou vybudovány laminátové podlahy zakončené podlahovou lištou. V samostatné garáži je podlaha opatřena tekutým samonivelačním anhydritovým litým potěr Cemex AnhyLevel a následně proveden ochranný nátěr pro garážové podlahy.

Plochá střecha je tvořena spádovými tepelně izolačními deskami Rigips EPS 100S Stabil. Sklon desek horní vrstvy je 2%. Vrchní povrch konstrukce je hydroizolace z PVC-P Alkorplan. Po stranách je střešní konstrukce ohraničena atikou, která je složena s tvárnice Porotherm 30 P+D a tepelnou izolací Rigips EPS pro izolaci a uchycení oplechování. Na atice se nachází oplechování atiky ve sklonu 5%. Skladby střechy nad hlavní částí a nad garáží jsou uvedeny ve výkrese č. 06.

Dvouramenné schodiště je tvořeno železobetonovou zalomenou deskou s výztužemi, které jsou kladeny ve směru výstupu. Stupně jsou součástí desky a je proveden dřevěný obklad stupňů. Schodiště je složeno z 18 stupňů šířky 300mm a výšky 163,68mm. Mezipodesta je široká 1200mm a dlouhá 2000mm. Tloušťka mezipodestové desky je 170mm a horní líc je ve výšce +1,475mm. Sklon schodišťových ramen je  $28^{\circ}38'$ . Je navrženo nerezové zábradlí s dřevěným madlem a výškou 1000mm. Šířka zrcadla je 100mm. Výpočet, návrh a schéma schodiště je k nalezení v příloze č. 3. Schodiště splňuje veškeré požadavky normy [7].

Komín je navržen od firmy Schiedel Absolut jednopřůduhový o průměru 140mm. Součástí je integrovaná tepelná izolace a tenkostěnná vnitřní keramická vložka. Vnější rozměr je 360x360mm.

Celý objekt je zaizolován tepelnou izolací Rigips EPS 70 F o tloušťce 140mm. Sokl až po konec ztraceného bednění je zateplen extrudovaným polystyrenem Isover Styrodur 2800 C, tl. 100mm. Plochá střecha a atika je izolovaná tepelně izolačními spádovými deskami Rigips EPS 100S Stabil tl. 300-40mm. V podlaze 1.NP je tepelná izolace polystyren Isover EPS Grey 100, tl. 100mm. V podlaze 2.NP je pěnový polystyren Isover TDPT, sloužící jako tepelná i zvuková izolace.

Hydroizolace je provedena nad podkladní betonovou deskou. Jedná se o SBS modifikovaný asfaltový pás vyztužený skleněnou tkaninou, Glastek 40 Special Mineral. Další hydroizolace je umístěna nad stropní konstrukcí 2.NP Elastodek 40 Special Mineral, což je SBS modifikovaný asfaltový pás vyztužený s nosnou vložkou. Poslední vrstvu střešní konstrukce tvoří střešní hydroizolace z PVP-P Alkorplan 35 176.

Jsou navržena okna firmy Sulko, tvořená izolačním dvojsklem a velmi dobrými tepelně izolačními vlastnostmi. Rozměry a tvary jsou okótovány ve výkresech č. 03 a č. 04. Vnitřní dveře jsou rovněž od firmy sulko, dřevěné. Venkovní dveře a garážová vrata jsou navrženy od firmy Lomax. Jsou hliníkové v šedé barvě.

Povrchové úpravy klempířských, zámečnických a truhlářských výrobků budou opatřeny postřikem barvy RAL 7024. Jako fasádní omítky budou použity fasádní omítky baumit barvy světle šedá 0017 a žlutá 0035, rozložení barev je uvedeno ve výkrese č. 08. Na sokl bude použita vrstva MAR2-M101. Okapový chodník a stání před garáží je provedeno v zámkové dlažbě Colormix Kalahari od firmy Presbeton.

Na vnitřní povrchové úpravy bude použita vápenocementová malba. V koupelnách budou vyhotoveny obklady do výšky 1800mm.

Podrobný statický výpočet není náplní bakalářské práce. Taktéž speciální výkresy detailů, výztuží apod.

### **6.1.3 Požárně bezpečnostní řešení**

Není součástí bakalářské práce.

### **6.1.4 Technika prostředí staveb**

#### *Zdravotně technické instalace*

Technické zprávy řešených zdravotně technických instalací jsou uvedeny v kapitole č. 8 a v kapitole č. 9. Jiné části techniky prostředí staveb nejsou řešeny v mé bakalářské práci.

### *Výkresová část*

Výkres č. 09	Kanalizace – Základy	1:50
Výkres č. 10	Kanalizace – 1.NP	1:50
Výkres č. 11	Kanalizace – 2.NP	1:50
Výkres č. 12	Kanalizace – Rozvinutý řez splaškovým odpadním potrubím	1:50
Výkres č. 13	Kanalizace – Rozvinutý řez svodným potrubím	1:50
Výkres č. 14	Kanalizace – Rozvinutý řez dešťovým potrubím	1:50
Výkres č. 15	Vodovod užitkové vody – Základy	1:50
Výkres č. 16	Vodovod užitkové vody – 1.NP	1:50
Výkres č. 17	Vodovod užitkové vody – 2.NP	1:50
Výkres č. 18	Vodovod užitkové vody – Axonometrie	1:50

## **6.2 Dokumentace technických a technologických zařízení**

Kapitola se netýká bakalářské práce.

## **7 DOKLADOVÁ ČÁST**

Není náplní bakalářské práce.

## **8 TECHNICKÁ ZPRÁVA KANALIZACE**

### **8.1 Úvod**

Hlavní náplní mého projektu je koncipovat návrh na využití dešťových srážek odváděných ze střechy rodinného domu a zpevněné plochy před garáží. Tyto vody budou odváděny do akumulární nádrže, poté přefiltrovány a využívány pro potřeby splachování a praní. Nevyužité dešťové vody budou vedeny přepadem do vsakovacích boxů. Splaškové vody budou odváděny do veřejné kanalizace.

### **8.2 Charakteristika objektu**

Stavba se nachází v obci Ludgeřovice. Výměra parcely číslo 2915/14 je 1000m<sup>2</sup> a je situována na ulici Červencová. Terén pozemku je rovinný a je zatravněn. Objekt se skládá ze dvou nadzemních podlaží a není podsklepen. Je určen pro trvalé bydlení pro pětičlennou rodinu. Půdorys obytné části je obdélníkového charakteru s obdélníkovou garáží na jihozápadě, která má pouze výšku jednoho nadzemního podlaží. Dům je tvořen z cihel firmy Porotherm. Zaizolován pomocí izolace EPS. Zastřešení je řešeno plochou střechou se spádem 2%. Atika je opatřena oplechováním se spádem 5%.

### **8.3 Napojení kanalizace**

Splašková kanalizace bude napojena na veřejnou stoku pomocí odbočky pod úhlem 45°.

### **8.4 Kanalizační přípojka**

Hlavní řád kanalizace je kamenina DN300. Připojení přípojky proběhne pomocí odbočky s úhlem 45° v zemi v hloubce 1,6m od úrovně podlahy. Toto krytí splňuje normu [10], jelikož se napojení prování nad terénem, na kterém neleží chodník, ani vozovka.

Přípojka je vedena v zemi se sklonem 3,6% k hlavnímu řádu. Je provedeno v minimální hloubce 0,9m pod úrovní terénu. Toto krytí je možné provést u splaškových teplých vod. Potrubí je uloženo do pískového lože mocnosti 100mm a obsypáno 300mm nad potrubí. Potrubí je dodáno firmou OSMA a je vyrobeno z neměkčeného polyvinylchloridu, kruhové tuhosti

SN4. Dimenze potrubí je DN160. Celková délka kanalizační přípojky je 9,5m. Na hranici pozemku je umístěna revizní šachta DN600 RV-Systému Osma, s přímým napojením. Slouží také k čištění potrubí. Šachta je zabudována do hloubky 1,2m pod úroveň terénu. Opatřena litinovým pochůzným poklopem A15.

## **8.5 Splašková kanalizace**

Připojovací potrubí řešeno systémem PP-HT, firmy OSMA. Vyrobeno z polypropylenu. Minimální sklon potrubí jsou 3% směrem k napojení na odpadní potrubí. K napojení slouží odbočky HTEA příslušné dimenze, slouží také pro změnu dimenze potrubí. Připojovací potrubí je vedeno v předstěnách ze sádkartonu, pouze připojovací potrubí na dřez a myčku vede za kuchyňskou linkou. Příslušné dimenze jednotlivých potrubí je popsáno ve výkrese č. 12 a dimenzování připojovacího potrubí nalezneme v příloze č. 4.

Odpadní potrubí je řešeno stejným systémem jako připojovací, tj. polypropylenové potrubí HT-systému, firmy OSMA. Toto potrubí odvádí splaškové vody do svodného potrubí. Potrubí vedeno v předstěnách a upevněné pomocí objímek s tlumící funkcí. Průchody konstrukcí jsou opatřeny chráničkou. Stoupací potrubí č. 1 a č. 5 jsou ukončeny hrdlovou zátkou HTM 75. Tyto dvě potrubí jsou dimenze 75, proto před přechodem na svodné potrubí jsou umístěny redukce HTR 75/110. Stoupací potrubí č. 2 DN110 je ukončeno přívzdušňovacím ventilem HL900N, taktéž dimenze 110. Dimenzování přívzdušňovacího ventilu je obsaženo v příloze č. 5. Výpočet všech dimenzí svislého odpadního potrubí je zapsáno v příloze č. 4.

Větrací potrubí je v konstrukci zastoupeno pouze jednou a to potrubí č. 3, které je vyvedeno nad střechu 500mm a ukončeno větrací hlavicí HTHL 810, dimenze 110. Opět navrženo z HT-Systému, firmy OSMA.

Svodné potrubí je pokračováním svislého odpadního potrubí. Veškeré přechody jsou provedeny mezikusem délky 250mm a dvěma koleny pod úhlem 45°. Svodné potrubí je již tvořeno polyvinylchloridovým KG-systémem, firmy OSMA. Všechna svodná splašková potrubí jsou uložena minimálně 300mm pod podlahu. Svodné potrubí č. 1, taktéž hlavní větev, je uloženo 300mm pod podlahou a má spád 3,6%, dimenze 110. Před posledním prostupem základu je potrubí opatřeno redukcí KGR 160/110. Na toto potrubí jsou napojeny všechny ostatní svodné potrubí pomocí odboček KGEA 110/110 s úhlem 45°. Prostupy základem jsou



provedeny prodloužením základu, tak aby konstrukce staticky vyhověla. Velmi důležité pro stabilitu potrubí je jeho uložení, řádné obsypání v samotné rýze i v prostupu potrubí základem. Svodné potrubí č. 2 je dlouhé 1,25m se sklonem 5,4% a napojení na hlavní větev probíhá 1,085m pod úrovní podlahy. Potrubí č. 3, dlouhé 2,37m se sklonem 14,2%, je napojeno v hloubce 1,150m pod úrovní podlahy. Svod č. 4 začíná podlahovou vpustí HL37NPr, DN110 se zápachovým uzávěrem primus, svod končí napojením v hloubce 1,2m pod úrovní podlahy. Celková délka tohoto potrubí je 0,88m a sklon 3,3%. Poslední svodné potrubí je č. 5 s délkou 4,82m a sklonem 7,5%. Napojení v hloubce 1,175m pod úrovní podlahy. Všechny svodné potrubí jsou dimenze 110. Dimenzování svodného potrubí je přiloženo v příloze č. 4.

## **8.6 Dešťová kanalizace**

Okapní systém dešťové kanalizace je navrhnut od firmy Satjam, jedná se o systém Satjam Niagara žlab/svod – 150/100mm. Půlkruhový žlab průměru 150 mm, sklon žlabu 6 mm/m. Odvod dešťových vod ze střechy nad obytnou částí stavby a nad garáží odvádí 3 svody o průměru 100mm. Tento systém je ukončen lapači střešních splavenin HL660E se suchou klapkou a s košem zachytávající nečistoty, firmy Hutterer & Lechner. Provedení a montáž bude provedena dle pokynů výrobce. Dimenzování dešťové kanalizace uvedeno v příloze č. 6.

Odvodnění ze zpevněné plochy před garáží je provedeno liniovým odvodněním Aco drain X100C, délky 3m od firmy ACO.

Svodné dešťové potrubí vytvořeno z polyvinylchloridového potrubí KG-Systému, firmy OSMA. Dimenze všech větví je DN110. Místo přechodu dešťového odpadního potrubí na svodné potrubí je zpevněno betonem. Tento přechod je tvořen dvěma koleny 45° a mezikusem délky 250mm. Sklony potrubí jsou minimálně 1,5% a maximální sklon u větve č. 7 je 3,5%. Dešťové potrubí je provedeno v hloubce minimálně 1m pod úrovní terénu. Větev č. 6 je napojena na potrubí č. 9 pomocí odbočky KGEA 110/110 s úhlem 45°. tři větve dešťového svodného potrubí jsou svedeny do revizní šachty RV DN400, firmy OSMA. Revizní šachta má napojení přímé, pravé a levé. Zabudována 1,2m pod úroveň terénu. Je opatřena litinovým pochůzným poklopem A15. Z této šachty vystupuje jedno potrubí DN110 se sklonem 3,5% a je napojeno na podzemní nádrž v hloubce 1,455m pod úrovní podlahy. Dimenzování dešťové kanalizace uvedeno v příloze č. 6.

Podzemní nádrž Carat 6500l od firmy Graf je samonosná a není tudíž nutné obetonování. Velikost jímky byla navržena dle srážek a spotřeby vody v příloze č. 7. Proto byl vybrán objem nádrže 6500l. Nádrž má teleskopický otočný nástavec pro napojení potrubí z dešťové kanalizace, přepadu do vsakovacích boxů a sacího potrubí pro využití přefiltrované vody. Obsahuje ještě dva spojovací kusy – rozpěrné vložky v důsledku velkého překryvu zeminou. Díky těmto kusům může být překrytí 1,5m aniž by bylo nutné speciální uložení jímky. Nádrž ukončena teleskopickou dómovou šachtou. Uvnitř nádrže je osazen interní filtr Optimax-Pro, firmy Graf, který je napojen na přírodní dešťové potrubí a po přefiltrování je voda vpuštěna do nádrže pomocí klidného nátoky, aby nebyla voda příliš rozvířena. Další vývod z filtru vede do přepadu, který odvádí nadměrné množství vody do vsakovacích boxů, potrubím KG DN110, se sklonem 3,5%. Napojení proběhne v hloubce 1,895m pod úroveň podlahy. Sací potrubí bude popsáno v technické zprávě vodovodu.

Vsakovací boxy, do kterých vede přepad z nádrže na dešťovou vodu, jsou navrženy od firmy Graf. Rozměry jednoho boxu jsou 1200x600x420mm. Dle přílohy č. 8 bylo navrženo 8ks těchto boxů. Boxy jsou odvětrávány potrubím KG PVC DN110. Potrubí ukončeno odvětrávací hlavicí DN110, firmy Graf.

## **8.7 Zařizovací předměty**

V objektu jsou instalovány dvě umyvadla. Rozměry jsou 600x450mm a jsou osazeny ve výšce 850mm nad úroveň podlahy. Umyvadla jsou opatřena zápachovou uzávěrkou pro umyvadla a bidety HL135/40 a redukcí 40/50 pro připojení na přípojovací potrubí. Touto zápachovou uzávěrkou jsou opatřeny i tři bidety nacházející se v domě. Bidet má rozměr 360x560mm a osazen ve výšce 400mm. Taktéž tři toaletní mísy rozměrů 360x560mm jsou osazeny ve výšce 400mm nad podlahou. V koupelně 1.NP je instalováno dvojité umyvadlo rozměrů 1300x485mm. Umyvadlo je opatřeno zápachovou uzávěrkou HL132.1 se zpětným uzávěrem a s přípojkou na automatickou pračku. Umyvadla, bidety a klozety jsou doručeny firmou Jika z vybrané kolekce Cubito. Automatická pračka rozměrů 600x450mm od firmy Whirlpool je napojena na dvojité umyvadlo vypouštěcí hadicí. Rohová vana, firmy Ravak, nacházející se v koupelně 2.NP má rozměry 1500x1500mm a výšku 600mm. Je napojena na odpadní soupravu pro koupací vany HL555N se zápachovou uzávěrkou. Dřez je ve výšce 850mm a rozměry má 860x435mm. Dodání provedla firma Blanco. Dřez je napojen na zápachová uzávěrka HL100/50 s připojením na myčku nádobí. Myčka nádobí rozměrů

600x600x850mm, firmy Bosch je napojena na kuchyňský dřez vypouštěcí hadicí. U sprchového koutu je zápachová uzávěrka s vodorovným odtokem HL514/SN. Sprchový kout 900x900mm firmy Ravak.

## **8.8 Ochrana proti vzduté vodě**

Není třeba instalace ochranných armatur proti vzduté vodě. Hladina vzduté vody je brána jako hladina terénu u připojení na veřejnou kanalizaci, pokud není určeno jinak. Všechny zařizovací předměty, které by mohly být vzdutou vodou poškozeny, jsou v dostatečné výšce nad hladinou vzduté vody.

## **8.9 Bilance splaškových a dešťových vod**

Podrobný výpočet je proveden v příloze č. 9.

## **8.10 Zkouška vnitřní kanalizace**

Zkouška musí proběhnout dle normy [15]. Zkouška je složena z technické prohlídky, zkoušky vodotěsnosti a plynotěsnosti potrubí. Také musí být provedena tlaková zkouška výtlačných potrubí.

## **8.11 Závěr**

Veškeré zařizovací předměty a potrubí musí být instalováno dle pokynů výrobce. Práce musí být provedeny dle předepsaných norem a předpisů.

## **9 TECHNICKÁ ZPRÁVA VODOVODU**

### **9.1 Úvod**

V souladu s využíváním dešťových vod jde i návrh vnitřního vodovodu užitkové vody. Tento vodovod není spojen s vnitřním vodovodem pitné vody. Proto se navrhuje samostatně a bude dostatečně označen jako užitková (nepitná) voda. Dešťové vody jsou využity na závlahu zahrady, praní prádla, splachování a údržbu domu. Návrh a posouzení vnitřního vodovodu pitné vody není předmětem bakalářské práce.

### **9.2 Charakteristika objektu**

Objekt se skládá ze dvou nadzemních podlaží a není podsklepen. Půdorys obytné části je obdélníkového charakteru s obdélníkovou garáží na jihozápadě. Dům je tvořen z cihel firmy Porotherm. Zaizolován pomocí izolace EPS.

### **9.3 Napojení vodovodu**

Napojení vodovodu je provedeno pře vodovodní přípojku pomocí navrtávacího pásu Hawle. V místě připojení se nachází zemní zákopová souprava, která je doplněna litinovým poklopem.

### **9.4 Vodovodní přípojka**

Hlavní řád vodovodu je DN100. Připojení přípojky proběhne pomocí navrtávacího pásu Hawle v zemi v hloubce 1,5m od úrovně terénu. Toto krytí splňuje normu [10], jelikož se jedná o napojení pod vozovkou. Přípojka je přivedena do objektu v rýze pod základem opatřeno chráničkou PE.

Přípojka dimenze 32x3,0 je vedena v zemi se sklonem 0,3% k hlavnímu řádu. Potrubí přípojky je provedeno v minimální hloubce 1,5m pod úrovní terénu. Materiál přípojky je polyethylen PE-HD PE100 SDR11, od firmy Wavin Ekoplastik. Celková délka přípojky je 11,250m. Na přípojce je umístěna vodoměrná šachta Aqua Geotherm, firmy PVC ALFA s průměrem 300mm. Šachta je opatřena pochozým poklopem a vzdálena 2,5m od objektu. Prostup přes základ je proveden v PE chráničce. Základ v místě prostupu bude prodloužen, dle

statického výpočtu, který není předmětem bakalářské práce. Potrubí je uloženo do pískového lože mocnosti 100mm a obsypáno 300mm nad potrubí.

## **9.5 Vnitřní vodovod studené pitné vody**

Navrhnut z polypropylenového potrubí PPR PN16, firmy Wavin Ekoplastik. Je provedena změna potrubí. Izolace vodovodu byla stanovena na 9mm, materiálu Mirelon Stabil. Návrh dimenze vodovodu je uveden v příloze č. 12. Dimenze potrubí je 32x4,4 až do připojení na domácí vodárnu. Zbylé části vnitřního vodovodu pitné vody nejsou předmětem bakalářské práce.

## **9.6 Sací potrubí**

Sací potrubí je napojeno na akumulární nádrž v hloubce 1,455m pod úrovní podlahy. V nádrži je konec potrubí opatřen plovoucím sáním, které se skládá ze sacího koše s plovákem, jemného filtru a zpětné klapky. Tato plovací soustava je dodána firmou Betaxo. V nádrži je také snímač vodní hladiny napojený na čerpací jednotku. Provedeno z polypropylenového potrubí PPR PN16, firmy Wavin Ekoplastik. Dimenze tohoto potrubí je 32x4,4 a jeho spád je 1% k podzemní nádrži. Potrubí bude uloženo do ochranné trubky KG-Systému DN110, firmy OSMA. Průchod základovou konstrukcí je proveden v polyethylenové chrániče. Základ v místě prostupu bude prodloužen, dle statického výpočtu, který není předmětem bakalářské práce. Potrubí je ukončeno napojením na čerpací jednotku Ecorain RWS3, firmy Easypump. Dimenzování potrubí provozní vody je uvedeno v příloze č. 10. Izolace potrubí byla stanovena na 9mm, materiálu Mirelon Stabil.

## **9.7 Domovní vodárna**

Dodávka od firmy Easypump. Jedná se o vodárnu Ecorain RWS3. Součástí je čerpadlo, načerpávající vodu z nádrže přes sací potrubí. Také součástí je snímač vodní hladiny umístěný v nádrži a instalovaný dle pokynů výrobce, aby plnil dobře svou ochrannou a informační funkci. Dále je součástí trojcestný ventil na napojení potrubí z nádrže, propojení s jednotou a rozvodu užitkové vody. Jednotka má i sběrnou nádrž vody z vodovodu pitné studené vody. Ecorain RWS3 obsahuje odtok sifonu přeplnění, který plní funkci ochrany před přeplněním. Je napojen na kanalizaci. Vodárna má ochranu proti běhu na sucho a zpětnou klapku. Před a za čerpací

jednotkou jsou umístěny výtokové kulové kohouty DN25. Podrobné napojení čerpací jednotky je uvedeno v příloze č. 13.

## **9.8 Vnitřní vodovod užitkové vody**

Rozvod vody proběhne v polypropylenovém potrubí PPR PN16, firmy Wavin Ekoplastik. Dimenze jsou 25x3,5 a 32x4,4. Dimenzování je provedeno v příloze č. 13. od vodárny pokračuje k odbočce, ve které jedna část potrubí je vedena pod stropem k nezámraznému rohovému zahradnímu ventilu Schell Polar DN20. Prostup zdivem proběhne v PE chrániče. Druhá část potrubí je opatřena poslední fází filtrace. Na potrubí je osazen jemný filtr se zpětným proplachováním. Poté jsou na potrubí použity redukce na snížení dimenze na 25x3,5. Přes stoupací potrubí je voda vyvedena k toaletní míse v 2.NP. Před toaletou se nachází výtoková armatura DN20. další rozvody vedou již jen v 1.NP a jsou přivedeny k automatické pračce a dalším dvěma toaletám. Izolace vodovodu je stanovena na 9mm izolace Mirelon Stabil, aby bylo zabráněno proti kondenzaci vodních par. Návrh izolace popsán v příloze č. 12.

## **9.9 Zařizovací předměty**

Potrubí je připojeno na tři toaletní mísy rozměrů 360x560mm ve výšce 360mm od podlahy a připojení proběhne rohovými ventily DN20, firmy Jika. kolekce Cubito. Napojení na automatickou pračku, rozměrů 600x450mm, proběhne přes pračkový rohový ventil se zpětnou klapkou Schell Comfort, před ventilem bude umístěna ochranná jednotka proti zpětnému průtoku.

## **9.10 Zkouška vnitřní kanalizace**

Bylo provedeno hydraulické posouzení vodovodu, který je přiložen v příloze č. 11. A také před uvedením do provozu musí být vodovod podroben prohlídce potrubí, tlakové zkoušce potrubí a konečné tlakové zkoušce potrubí.

## **9.11 Závěr**

Veškeré zařizovací předměty a potrubí musí být instalováno dle pokynů výrobce. Práce musí být provedeny dle normativních předpisů [16].

## 10 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Celková potřeba vody za rok na obyvatele je  $36 \text{ m}^3$ . Pro 5 obyvatel je to  $180 \text{ m}^3/\text{rok}$  [5]. Množství zachycené srážkové vody navrhovaného domu je  $104,43 \text{ m}^3/\text{rok}$ . Kdyby byly využity veškeré tyto srážky, bylo by ušetření na vodném a stočném za pitnou vodu 8133 Kč/rok (viz příloha 15). Investice, vložené do nákladů na celkový systém využívání dešťových vod, byly spočítány na 127 280 Kč, viz příloha č. 15. Je třeba si nechat ještě rezervu za odborné montáže. Ale stále stanovená doba návratnosti investice je 15,65 let.

Každoroční zdražování pitné vody, které se netýká jen Moravskoslezského kraje, je dlouhodobý problém. Hlavně v Čechách mají s tímto jevem problémy. Jen u Severomoravských vodáren byl nárůst ceny pitné vody o 2,2% za rok [17].

Pro někoho by mohlo být 15,65 let příliš dlouhá doba. Já se na to dívám z dlouhodobého hlediska. Pokud vlastníte rodinný dům, berete to také jako dlouhodobou investici pro své děti a vnoučata. Poté investice nepředstavuje tak nereálné šance ušetřit. A je postačujícím důkazem pro zlepšování okolí a hlavně dlouhodobé šetření našich peněženek.

## 11 ZÁVĚR

Projektem byl návrh dvoupodlažního rodinného domu s plochou střechou, který vyhovuje dnešním požadavkům. Tepelná náročnost budov, na kterou je v dnešní době kladen velký důraz, je splněna. Specifickým prvkem celého objektu je navržený systém pro odvádění dešťových srážek ze střechy do akumulační nádrže. Dešťové vody jsou dále přefiltrovány a čerpány do celého objektu. Užitková voda je využívána pro potřeby úklidu, praní a splachování toalet v celém rodinném domě. Součástí je také navrhnutý vnitřní vodovod užitkové vody s domácí vodárnou. Přebytkové vody jsou vedeny do zasakovacích boxů umístěných v zemi. Je navrhnut systém pro odvod splaškových vod do kanalizace.

Ekonomické posouzení dle dlouhodobého hlediska disponuje velkým potenciálem. Návratnost prvotní investice do systému činí zhruba 16let. Pro rodinný dům, kde předpokládáme pokračující generace, se tato investice vyplatí. S dalšími roky zdražování pitné vody a zlevňování těchto souprav, budou náklady přijatelnější.

Systémy pro využívání dešťových srážek jsou vhodné zejména pro rodinné domy v lokalitách s tvrdou vodou, nebo jinak ovlivněnou např. velkým obsahem železa. Hlavně pak objekty s nedostatkem kanalizačních sítí, jak jednotných, tak oddílných.



## 12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška č. 501/2006 Sb. *o obecných požadavcích na využívání území*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2006.
- [2] Vyhláška č. 268/2009 Sb. *o technických požadavcích na stavby*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2009.
- [3] Vyhláška č. 398/2009 Sb. *o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*. Ministerstva pro místní rozvoj, 2009.
- [4] ČSN 73 4055. *Výpočet obestavěného prostoru pozemních stavebních objektů*. Český normalizační institut.
- [5] Vyhláška č. 120/2011 Sb., *kteou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011.
- [6] ČSN 73 4301. *Obytné budovy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [7] ČSN 73 4130. *Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [8] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [9] ČSN 73 0532. *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [10] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [11] Zákon č. 258/2000 Sb. *o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. Praha: 2000.
- [12] Zákon č. 185/2001 Sb. *o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. Praha: 2001.

- [13] Předpis č. 591/2006 Sb. *o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích*. Praha: 2006.
- [14] Zákon č. 309/200 Sb., *kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy*. Praha: 2006.
- [15] ČSN 75 6760. *Vnitřní kanalizace I*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [16] ČSN 75 5409. *Vnitřní vodovody*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [17] Cenavody.cz. *Cenavody.cz* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.cenavody.cz/kategorie/moravskoslezsky-kraj>
- [18] Svoboda, Z. Program Teplo, verze 2011, Software Svoboda, 2011
- [19] Svoboda, Z. Program Ztráty, verze 2010, Software Svoboda, 2010
- [20] ČSN 75 6760-3. *Vnitřní kanalizace III*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [21] OSMA. *OSMA* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [www.kanalizacezplatu.cz](http://www.kanalizacezplatu.cz)
- [22] ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [23] Směrnice č. 9/1973, *Pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů*. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR a ministerstvo zdravotnictví ČSR, 1973.
- [24] Tzbinfo. *Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist](http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist)
- [25] Český hydrometeorologický ústav. Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [26] ČSN 75 5455. *Výpočet vnitřních vodovodů*. Praha: Český normalizační institut, 2014.

- [27] Tzbinfo. *Tzb-info* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/57-minimalni-tloustka-izolace-potrub-zabranujici-kondenzaci-vodnich-par>
- [28] E-cerpadlo.cz. *E-cerpadlo.cz* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.e-cerpadla.cz/>

## 13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Půdorys 1.NP schodiště .....	příloha č. 3
Obrázek 2: Řez schodištěm .....	příloha č. 3
Obrázek 3: Izolace potrubí PPR 25x3,5 .....	příloha č. 12
Obrázek 4: Izolace potrubí PPR 32x2,9 .....	příloha č. 12
Obrázek 5: Izolace potrubí PE 32x2,9 .....	příloha č. 12

## 14 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výpočtové odtoky použitých zařizovacích předmětů .....	příloha č. 4
Tabulka 2: Dimenzování připojovacího potrubí .....	příloha č. 4
Tabulka 3: Dimenzování odpadního potrubí.....	příloha č. 4
Tabulka 4: Dimenzování svodného potrubí .....	příloha č. 4
Tabulka 5: Dimenzování svodného potrubí - přípojka.....	příloha č. 4
Tabulka 6: Dimenzování odpadního potrubí č. 2 .....	příloha č. 5
Tabulka 7: Určení koeficientu odtoku střechy .....	příloha č. 7
Tabulka 8: Tabulka vypočtených retenčních objemů .....	příloha č. 8
Tabulka 9: Historická data úhrnu srážek v Moravskoslezském kraji.....	příloha č. 9
Tabulka 10: Dimenzování vodovodu užitkové vody .....	příloha č. 10
Tabulka 11: Výpočet nákladů na zařízení .....	příloha č. 15
Tabulka 12: Vodné a stočné za rok 2016 .....	příloha č. 15

## 15 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Tepelně technické vyhodnocení stavebních konstrukcí
Příloha č. 2	Energetický štítek obálky budovy
Příloha č. 3	Výpočet a schéma schodiště
Příloha č. 4	Dimenzování splaškové kanalizace
Příloha č. 5	Dimenzování přivzušňovacích ventilů
Příloha č. 6	Dimenzování dešťové kanalizace
Příloha č. 7	Návrh nádrže na dešťovou vodu
Příloha č. 8	Návrh vsakovacího zařízení
Příloha č. 9	Bilance dešťových a splaškových vod
Příloha č. 10	Dimenzování vodovodu užitkové vody
Příloha č. 11	Hydraulické posouzení vodovodu užitkové vody
Příloha č. 12	Výpočet izolace vodovodního potrubí
Příloha č. 13	Technický list – Ecorain RWS3
Příloha č. 14	Posouzení čerpadla domácí vodárny
Příloha č. 15	Ekonomické posouzení
Příloha č. 16	Deník konzultací bakalářské práce

## 16 SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

Výkres č. 01	Situace
Výkres č. 02	Základy
Výkres č. 03	Půdorys 1.NP
Výkres č. 04	Půdorys 2.NP
Výkres č. 05	Půdorys stropu nad 1.NP
Výkres č. 06	Řez A-A‘
Výkres č. 07	Střecha – pohled
Výkres č. 08	Pohledy
Výkres č. 09	Kanalizace – Základy
Výkres č. 10	Kanalizace – 1.NP
Výkres č. 11	Kanalizace – 2.NP
Výkres č. 12	Kanalizace – Rozvinutý řez splaškovým odpadním potrubím
Výkres č. 13	Kanalizace – Rozvinutý řez svodným potrubím
Výkres č. 14	Kanalizace – Rozvinutý řez dešťovým potrubím
Výkres č. 15	Vodovod užitkové vody – Základy
Výkres č. 16	Vodovod užitkové vody – 1.NP
Výkres č. 17	Vodovod užitkové vody – 2.NP
Výkres č. 18	Vodovod užitkové vody – Axonometrie

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

## Přílohy

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016



VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 1

Tepelně technické vyhodnocení stavebních konstrukcí

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2011

Název úlohy : **Střešní konstrukce**

Zpracovatel : Čilečková Tereza

Zakázka : Bakalářská práce

Datum : 30.3.2016

## KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Stropní konstr	0,2500	0,8620	800,0	800,0	20,0	0.0000
3	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
4	Rigips EPS 100	0,2170°	0,0370	1270,0	20,0	30,0	0.0000
5	Alkorplan 35 1	0,0002	0,1600	960,0	1300,0	20000,0	0.0000

° tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Stropní konstrukce Porotherm Miako 250 mm	---
3	Elastodek 40 Special Mineral	---
4	Rigips EPS 100 S Stabil (1)	---
5	Alkorplan 35 176	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	44.1	1069.5	-2.3	81.1	409.0
2	28	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9
3	31	20.6	48.9	1185.9	3.3	79.4	614.3
4	30	20.6	52.7	1278.1	8.2	77.2	839.1
5	31	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
6	30	20.6	64.0	1552.1	16.4	71.5	1332.9
7	31	20.6	66.3	1607.9	17.8	70.1	1428.0
8	31	20.6	65.5	1588.5	17.3	70.6	1393.5
9	30	20.6	59.6	1445.4	13.6	73.9	1150.4
10	31	20.6	53.6	1299.9	9.0	76.8	881.2
11	30	20.6	49.2	1193.2	3.8	79.2	634.8
12	31	20.6	46.9	1137.4	-0.4	80.5	475.5

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 6.18 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.158 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.1E+0012 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 193.8  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 8.2 h

### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.23 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.961

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	11.3	0.593	8.0	0.448	19.7	0.961	46.6
2	12.1	0.600	8.8	0.442	19.8	0.961	49.0
3	12.9	0.552	9.5	0.358	19.9	0.961	51.0
4	14.0	0.468	10.6	0.194	20.1	0.961	54.3
5	15.8	0.339	12.3	-----	20.3	0.961	60.1
6	17.0	0.150	13.6	-----	20.4	0.961	64.6
7	17.6	-----	14.1	-----	20.5	0.961	66.7
8	17.4	0.029	13.9	-----	20.5	0.961	66.0
9	15.9	0.330	12.5	-----	20.3	0.961	60.6
10	14.3	0.453	10.9	0.160	20.2	0.961	55.1
11	12.9	0.544	9.6	0.344	20.0	0.961	51.2
12	12.2	0.601	8.9	0.441	19.8	0.961	49.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### **Dífuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:** **(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	17.6	17.5	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1334	1333	1305	191	155	138
p,sat [Pa]:	2227	2220	2008	1995	168	168

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 1.113E-0009 kg/m<sup>2</sup>s

### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

#### **Roční cyklus č. 1**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střešní konstrukce

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-15,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,010	0,990	19,0
2	Stropní konstrukce Porotherm M	0,250	0,862	20,0
3	Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,210	50000,0
4	Rigips EPS 100 S Stabil (1)	0,217	0,037	30,0
5	Alkorplan 35 176	0,0002	0,160	20000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,961$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNÝ.**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2011**

Název úlohy : **Podlaha na terénu**  
Zpracovatel : Čilečková Tereza  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 30.3.2016

## KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

## Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Stavební tmel	0,0050	0,2200	1300,0	1500,0	1350,0	0.0000
3	Anhydritová sm	0,0350	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Isover EPS Gre	0,1000	0,0310	1270,0	18,0	30,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Stavební tmel	---
3	Anhydritová směs	---
4	PE folie	---
5	Isover EPS Grey 100	---

## Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
  
Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

## TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.29 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.289 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.31 / 0.34 / 0.39 / 0.49 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0011 m/s

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.51 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.930

### **Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:**

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1052.21 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 6.39 C

STOP, Teplo 2011

## **VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Podlaha na terénu

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,010	1,010	200,0
2	Stavební tmel	0,005	0,220	1350,0
3	Anhydritová směs	0,035	1,200	20,0
4	PE folie	0,0001	0,350	144000,0
5	Isover EPS Grey 100	0,100	0,031	30,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,422$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,930$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: méně teplá podlaha -  $dT_{10,N} = 6,9 \text{ C}$

Vypočtená hodnota:  $dT_{10} = 6,39 \text{ C}$

**$dT_{10} < dT_{10,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2011

Název úlohy : **Obvodová stěna**  
Zpracovatel : Cilečková Tereza  
Zakázka : Bakalářská práce 2015  
Datum : 30.3.2016

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 30 P	0,3000	0,2300	960,0	800,0	8,0	0.0000
3	Lepicí a stěrk	0,0015	0,7800	840,0	1680,0	21,0	0.0000
4	Rigips EPS 70	0,1400	0,0390	1270,0	15,0	20,0	0.0000
5	Lepidlo a stěr	0,0015	0,7800	840,0	1680,0	21,0	0.0000
6	Silikátová fas	0,0150	0,6500	840,0	1600,0	24,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Porotherm 30 P+D tř. 800	---
3	Lepicí a stěrkový tmel	---
4	Rigips EPS 70 F Fasádní (1)	---
5	Lepidlo a stěrkoovací hmota	---
6	Silikátová fasádní omítka	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	44.1	1069.5	-2.3	81.1	409.0
2	28	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9
3	31	20.6	48.9	1185.9	3.3	79.4	614.3
4	30	20.6	52.7	1278.1	8.2	77.2	839.1
5	31	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
6	30	20.6	64.0	1552.1	16.4	71.5	1332.9
7	31	20.6	66.3	1607.9	17.8	70.1	1428.0
8	31	20.6	65.5	1588.5	17.3	70.6	1393.5
9	30	20.6	59.6	1445.4	13.6	73.9	1150.4
10	31	20.6	53.6	1299.9	9.0	76.8	881.2
11	30	20.6	49.2	1193.2	3.8	79.2	634.8
12	31	20.6	46.9	1137.4	-0.4	80.5	475.5

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

## TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 4.46 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.216 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírazkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.1E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 613.6  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 14.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.73 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.947

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----	----- 100% -----					
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	11.3	0.593	8.0	0.448	19.4	0.947	47.5
2	12.1	0.600	8.8	0.442	19.5	0.947	49.9
3	12.9	0.552	9.5	0.358	19.7	0.947	51.7
4	14.0	0.468	10.6	0.194	19.9	0.947	54.9
5	15.8	0.339	12.3	-----	20.2	0.947	60.5
6	17.0	0.150	13.6	-----	20.4	0.947	64.9
7	17.6	-----	14.1	-----	20.5	0.947	66.9
8	17.4	0.029	13.9	-----	20.4	0.947	66.2
9	15.9	0.330	12.5	-----	20.2	0.947	61.0
10	14.3	0.453	10.9	0.160	20.0	0.947	55.7
11	12.9	0.544	9.6	0.344	19.7	0.947	52.0
12	12.2	0.601	8.9	0.441	19.5	0.947	50.2

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhnutí:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	18.9	18.8	9.9	9.9	-14.6	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1334	1295	801	795	219	212	138
p,sat [Pa]:	2182	2172	1222	1221	172	171	169

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m] pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.4182	0.4515 2.691E-0008

### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M<sub>c,a</sub>: 0.027 kg/m<sup>2</sup>,rok  
Množství vypařitelné vodní páry M<sub>ev,a</sub>: 4.234 kg/m<sup>2</sup>,rok  
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

#### Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.



Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2011

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodová stěna

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -15,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápnocementová	0,010	0,990	19,0
2	Porotherm 30 P+D tř. 800	0,300	0,230	8,0
3	Lepicí a stěrkový tmel	0,0015	0,780	21,0
4	Rigips EPS 70 F Fasádní (1)	0,140	0,039	20,0
5	Lepidlo a stěrková hmota	0,0015	0,780	21,0
6	Silikátová fasádní omítka	0,015	0,650	24,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,947$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{i,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,126 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Rigips EPS 70 F Fasádní (1)).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0269 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 4,2341 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 2

Energetický štítek obálky budovy

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

# Protokol k energetickému štítku obálky budovy

## Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Červencová 2915/14, Ludgeřovice, 747 14
Katastrální území a katastrální číslo	Ludgeřovice, č.kat. 725081
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Petr Zdařil
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Novák Petr
Adresa	Boženy Němcové 245/8, Ostrava-Poruba, 70800
Telefon / E-mail	/ novak.petr@seznam.cz

## Charakteristika budovy

Objem budovy <b>V</b> - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	1 055,0 m <sup>3</sup>
Celková plocha <b>A</b> - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	653,5 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy <b>A / V</b>	0,62 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Typ budovy Poměrná plocha průsvitných výplní otvorů obvodového pláště $f_w$ (pro nebyt. budovy)	bytová 0,00
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_m$	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-15 °C

## Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha <b>A<sub>i</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	Součinitel (činitel) prostupu tepla <b>U<sub>i</sub></b> ( $\sum \psi_{k,lk} + \sum \chi_i$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla <b>U<sub>N,rq</sub> (U<sub>N,rc</sub>)</b> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Činitel teplotní redukce <b>b<sub>i</sub></b> [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla <b>H<sub>Ti</sub> = A<sub>i</sub> · U<sub>i</sub> · b<sub>i</sub></b> [W/K]
OBVODOVÁ STĚNA	269,3	0,22	0,30 (0,25)	1,00	59,2
OKNA	38,4	1,10	1,50 (1,20)	1,00	42,2
DVEŘE	5,5	0,90	1,70 (1,20)	1,00	5,0
STŘECHA	170,2	0,16	0,24 (0,16)	1,00	27,2
PODLAHA	170,2	0,29	0,45 (0,30)	0,32	15,8
Tepelné vazby	0,0	0,00	( )		9,7
			( )		
			( )		
			( )		
<b>Celkem</b>	<b>653,5</b>				<b>159,1</b>

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

### Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	159,1
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla <math>U_{em} = H_T / A</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,24</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,41
<b>Požadovaný součinitel prostupu tepla <math>U_{em,rq}</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,54</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,14

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,16</b>
B – C	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,33</b>
(C1 – C2)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(W/(m <sup>2</sup> ·K))	<b>(0,41)</b>
C – D	$U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,54</b>
D – E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,84</b>
E – F	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>1,14</b>
F – G	$1,5 \cdot U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>1,71</b>

Klasifikace: B - úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 30.3.2016

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Cilečková Tereza

IČ:

Zpracoval: Cilečková Tereza

Podpis: .....

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Rodinný dům Červencová 2915/14, Ludgeřovice, 747 14				Hodnocení obálky budovy			
Celková podlahová plocha $A_c = 170,17 \text{ m}^2$				stávající		doporučení	
<div><div>CI Velmi úsporná</div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>0,3</div><div>0,6</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div><div>Mimořádně ne hospodárná</div></div>				0,44			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				$U_{em} = H_T / A$		0,24	
Klasifikační ukazatele $CI$ a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$ pro $A/V = 0,62 \text{ m}^2/\text{m}^3$							
$CI$	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,16	0,33	(0,41)	0,54	0,84	1,14	1,71
Platnost štítku do							
Datum vystavení štítku				30.3.2016			
Štítek vypracoval				Čilečková Tereza			

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 3

Výpočet a schéma schodiště

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Návrh a posouzení dvouramenného schodiště. Výpočet proveden dle normy [7].

Konstrukční výška:  $k_v = 2950 \text{ mm}$

Návrh výšky stupně:  $v = 170 \text{ mm}$

Počet stupňů  $n = \frac{k_v}{v} = \frac{2950}{170} = 17,35 \Rightarrow 18$  (1)

Výška stupně  $v = \frac{k_v}{n} = \frac{2950}{18} = 163,89 \text{ mm}$  (2)

Šířka stupně  $b = 630 - 2 \cdot v = 630 - 2 \cdot 163,89 = 302,22 \Rightarrow$  (3)

Volím šířku stupně 300mm.

Počet stupňů v rameni  $n_r = \frac{n}{2} = 9$  (4)

Výška ramene  $H = 9 \cdot 163,89 = 1475 \text{ mm}$  (5)

Délka ramene  $L = 8 \cdot 300 = 2400 \text{ mm}$  (6)

Šířka ramene:  $b_r = 900 \text{ mm}$

Šířka mezipodesty:  $b_p = 1200 \text{ mm}$

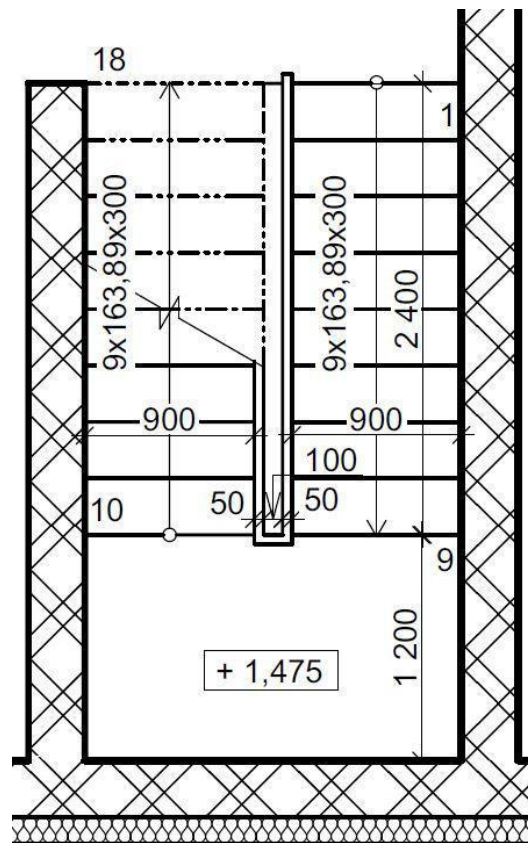
Šířka zrcadla:  $b_z = 200 \text{ mm}$

Sklon ramene  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{b} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \frac{v}{b} = \operatorname{arctg} \frac{163,89}{300} = 28^\circ 38'$  (7)

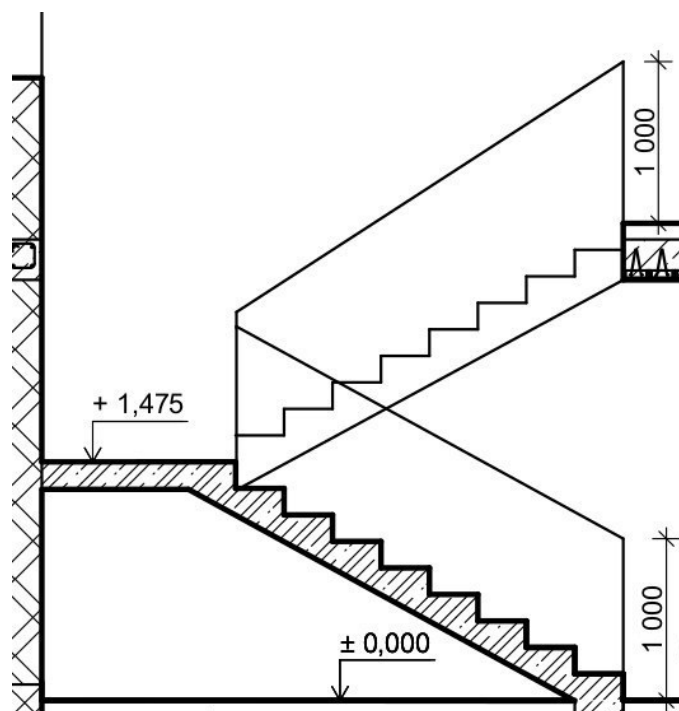
Podchodná výška  $h_1 = 1500 + \left( \frac{750}{\cos \alpha} \right) = 2355 \text{ mm} > 2100 \text{ mm}$  (8)

Průchodná výška  $h_2 = 750 + (1500 \cdot \cos \alpha) = 2067 \text{ mm} > 1900 \text{ mm}$  (9)

Podchodná a průchodná výška vyhovuje.



Obrázek 1: Půdorys 1.NP schodiště



Obrázek 2: Řez schodištěm



VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 4

Dimenzování splaškové kanalizace

Student:

Tereza Cilečková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Dimenzování splaškové kanalizace

Vnitřní kanalizace je navržena HT-systémem od firmy OSMA. Použité dimenze jsou DN50, DN75 a DN110. Dimenzováno dle normy [15].

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \quad (10)$$

$Q_{tot}$ ...celkový průtok odpadních vod [l/s]

$Q_{ww}$ ...průtok splaškových odpadních vod [l/s]

$Q_c$ ...trvalý průtok [l/s]

$Q_p$ ...čerpaný průtok [l/s]

Jedná se o rodinný dům bez trvalého a čerpaného průtoku, proto:

$$Q_{tot} = Q_{ww}$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} \quad (11)$$

$$Q_{ww} = k \cdot \sqrt{\sum DU} \quad (12)$$

$Q_{ww}$ ...průtok splaškových odpadních vod [l/s]

$k$ ...součinitel odtoku [ $l^{0,5}/s^{0,5}$ ],  $k = 0,5$

$\Sigma DU$ ...součet výpočtových odtoků [l/s]

Tabulka 1: Výpočtové odtoky použitých zařizovacích předmětů

<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Výpočtový odtok DU [l/s]</b>
Umyvadlo, bidet	0,5
Sprchová vana	0,8
Koupací vana	0,8
Kuchyňský dřez	0,8
Automatická myčka nádobí	0,8
Automatická pračka	1,5
Záchodová mísa	2
Podlahová vpust DN 100	2

### Dimenzování připojovacího potrubí kanalizace

Tabulka 2: Dimenzování připojovacího potrubí

<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
kuchyňský dřez + myčka nádobí	DJ + MN	1,6	0,5	0,63	50
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
bidet	B	0,5	0,5	0,35	50
bidet + záchodová mísa	B + WC	2,5	0,5	0,79	110
umyvadlo	U2	0,5	0,5	0,35	50
2 umyvadla	U2	1	0,5	0,50	50
2 umyvadla + automatická pračka	U2 + AP	2,5	0,5	0,79	50
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
umyvadlo	U1	0,5	0,5	0,35	50
bidet	B	0,5	0,5	0,35	50
bidet + záchodová mísa	B + WC	2,5	0,5	0,79	110
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
rohová vana	VA	0,8	0,5	0,45	50
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
bidet	B	0,5	0,5	0,35	50
bidet + záchodová mísa	B + WC	2,5	0,5	0,79	110
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
umyvadlo	U1	0,5	0,5	0,35	50
<b>Zařizovací předmět</b>	<b>Označení</b>	<b><math>\Sigma</math>DU</b>	<b>k</b>	<b><math>Q_{ww}</math></b>	<b>Navržená DN</b>
sprchová vana	SM	0,8	0,5	0,45	50

Navržené dimenze vyhovují požadavkům [15].

## Dimenzování odpadního potrubí kanalizace

Tabulka 3: Dimenzování odpadního potrubí

Stoupací potrubí č. 1						
	Zařizovací předmět	Označení	$\Sigma DU$	k	$Q_{ww}$	Navržená DN
1. NP	kuchyňský dřez	DJ	0,8	0,5		50
	myčka na nádobí	MN	0,8			50
návrh DN stoupacího potrubí č. 1			1,6	0,5	0,63	110
Stoupací potrubí č. 2						
	Zařizovací předmět	Označení	$\Sigma DU$	k	$Q_{ww}$	Navržená DN
1. NP	automatická pračka	AP	1,5	0,5		50
	umyvadlo	U2	0,5			50
	umyvadlo	U2	0,5			50
	bidet	B	0,5			50
	záchodová mísa	WC	2			110
návrh DN stoupacího potrubí č. 2			5	0,5	1,12	110
Stoupací potrubí č. 3						
	Zařizovací předmět	Označení	$\Sigma DU$	k	$Q_{ww}$	Navržená DN
	umyvadlo	U1	0,5	0,5		50
	bidet	B	0,5			50
	záchodová mísa	WC	2			110
	rohová vana	VA	0,8			50
			3,8	0,5	0,97	110
1.NP	bidet	B	0,5	0,5		50
	záchodová mísa	WC	2			110
	umyvadlo	U1	0,5			50
			3	0,5	0,87	110
návrh DN stoupacího potrubí č. 3			6,8	0,5	1,30	110
Stoupací potrubí č. 5						
	Zařizovací předmět	Označení	$\Sigma DU$	k	$Q_{ww}$	Navržená DN
1. NP	sprchovací vana	SM	0,8	0,5		50
návrh DN stoupacího potrubí č. 5			0,8	0,5	0,45	110

Navržené dimenze vyhovují požadavkům [15].

## Dimenzování svodného potrubí kanalizace

Tabulka 4: Dimenzování svodného potrubí

Úsek	Zařizovací předmět	K <sub>s</sub>	DU	k	ΣDU	Q <sub>ww</sub>	Q <sub>c</sub>	Q <sub>p</sub>	Q <sub>tot</sub>	Spád	Navržená DN
1-2 <sup>c</sup>	kuchyňský dřez	1	0,8	0,5	1,6	0,63	0	0	0,63	3,6	110
	myčka na nádobí	1	0,8								
2-2 <sup>c</sup>	automatická pračka	1	1,5	0,5	5	1,12	0	0	1,12	5,4	110
	umyvadlo	2	1								
	bidet	1	0,5								
	záchodová mísa	1	2								
2 <sup>c</sup> -3 <sup>c</sup>	kuchyňský dřez	1	0,8	0,5	6,6	1,28	0	0	1,28	3,6	110
	myčka na nádobí	1	0,8								
	automatická pračka	1	1,5								
	umyvadlo	2	1								
	bidet	1	0,5								
	záchodová mísa	1	2								
3-3 <sup>c</sup>	umyvadlo	2	1	0,5	6,8	1,30	0	0	1,30	14,2	110
	bidet	2	1								
	záchodová mísa	2	4								
	rohová vana	1	0,8								
3 <sup>c</sup> -5 <sup>c</sup>	kuchyňský dřez	1	0,8	0,5	13,4	1,83	0	0	1,83	3,6	110
	myčka na nádobí	1	0,8								
	automatická pračka	1	1,5								
	umyvadlo	4	2								
	bidet	3	1,5								
	rohová vana	1	0,8								
	záchodová mísa	3	6								
5-5 <sup>c</sup>	sprchovací vana	1	0,8	0,5	0,8	0,45	0	0	0,45	7,5	110
5 <sup>c</sup> -4 <sup>c</sup>	kuchyňský dřez	1	0,8	0,5	14,2	1,88	0	0	1,88	3,6	110
	myčka na nádobí	1	0,8								
	automatická pračka	1	1,5								
	umyvadlo	4	2								
	bidet	3	1,5								
	rohová vana	1	0,8								
	sprchovací vana	1	0,8								
	záchodová mísa	3	6								
4-4 <sup>c</sup>	podlahová vpust	1	2	0,5	2	0,71	0	0	0,71	3,3	110

Tabulka 5: Dimenzování svodného potrubí - přípojka

4 <sup>+</sup> -1 <sup>+</sup>	kuchyňský dřez	1	0,8	0,5	16,2	2,01	0	0	2,01	3,6	160
	myčka na nádobí	1	0,8								
	automatická pračka	1	1,5								
	umyvadlo	4	2								
	bidet	3	1,5								
	rohová vana	1	0,8								
	sprchovací vana	1	0,8								
	záchodová mísa	3	6								
	podlahová vpust	1	2								

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 5

Dimenzování přivzdušňovacích ventilů

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Přívzdušňovací ventil je navržen a posouzen dle normy [15]. Nachází se na stoupacím potrubí č. 2. Navržen přívzdušňovací ventil HL900N, DN 110.

Tabulka 6: Dimenzování odpadního potrubí č. 2

Stoupací potrubí č. 2						
1. NP	automatická pračka	AP	1,5	0,5		50
	umyvadlo	U2	0,5			50
	umyvadlo	U2	0,5			50
	bidet	B	0,5			50
	záchodová mísa	WC	2			110
návrh DN stoupacího potrubí č. 2			5	0,5	1,12	110

$$Q_a = 8 \cdot Q_{tot} \quad (13)$$

$Q_{tot}$ ...celkový průtok odpadních vod [l/s]

$Q_a$ ...nejmenší množství vzduchu [l/s]

$$Q_a = 8 \cdot 1,12 = 8,96 \text{ l/s}$$

$$Q_a < Q_v \quad (14)$$

$Q_a$ ...nejmenší množství vzduchu [l/s]

$Q_v$ ...průtok vzduchu dle výrobce [l/s]

$$Q_v = 37 \text{ l/s}$$

$$8,96 \text{ l/s} < 37 \text{ l/s}$$

Přívzdušňovací ventil vyhověl požadavkům výrobce i normy [15].



VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 6

Dimenzování dešťové kanalizace

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Dimenzování dešťové kanalizace

Zvolila jsem Okapy SATJAM Niagara – systém: žlab/svod: 150/100 mm. Půlkruhový žlab 150 mm, sklon žlabu 6 mm/m. Odvod dešťových vod střechy nad obytnou částí stavby odvádí 2 svody. Proto účinnou plochu střechy této části vydělím dvěma. Pro výpočty byly použita příslušná norma [20].

$$Q = r \cdot A \cdot C \quad (15)$$

Q...odtok dešťových vod [l/s]

r...intenzita deště [l/s.m<sup>2</sup>], pro lokalitu Ostrava je r = 0,0242 [l/s.m<sup>2</sup>]

A...účinná plocha střechy [m<sup>2</sup>]

C...součinitel odtoku [-], C = 1,0

$$A = L \cdot B \quad (16)$$

L...délka okapu [m]

B... půdorysný průmět střechy od střešního žlabu po hřeben střechy [m]

$$Q_L = 0,9 \cdot Q_N \quad (17)$$

Q<sub>L</sub>...návrhová odtok dešťových vod [l/s]

0,9 ... součinitel bezpečnosti [-]

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot A_E^{1,25}$$

A<sub>E</sub> ... celkový příčný profil střešního žlabu [mm<sup>2</sup>]

$$A_E = \frac{\pi \cdot w^2}{2} \quad (18)$$

$$O_{max} = Q_L \cdot F_L \quad (19)$$

$Q_{max}$ ...maximální dovolený odtok dešťových vod [l/s]

$Q_L$ ...návrhová odtok dešťových vod [l/s]

$F_L$ ...součinitel odtoku [-], určen interpolací

### **Posouzení žlabů dešťového potrubí**

Výpočet pro střechu nad hlavní částí rodinného domu

$$Q_1 = r \cdot A_1 \cdot C = 0,0242 \cdot 85,08 \cdot 1,0 = 2,059 \text{ l/s}$$

$$A_1 = L \cdot B = \frac{12,68}{2} \cdot 13,42 = 85 \text{ m}^2$$

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot 8835,7^{1,25}$$

$$Q_N = 2,382 \text{ l/s}$$

$$Q_L = 0,9 \cdot 2,382 = 2,144 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = Q_L \cdot F_L = 2,114 \cdot 1,055 = 2,23 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = 2,23 \text{ l/s} > Q_1 = 2,059 \text{ l/s}$$

Posuzovaný odtok a systém vyhoví dle normy [20].

Výpočet pro střechu nad garáží rodinného domu

$$Q_2 = r \cdot A_2 \cdot C = 0,0242 \cdot 26,14 \cdot 1,0 = 0,633 \text{ l/s}$$

$$A_2 = L \cdot B = 6,88 \cdot 3,8 = 26,14 \text{ m}^2$$

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot 8835,7^{1,25}$$

$$Q_N = 2,382 \text{ l/s}$$

$$Q_L = 0,9 \cdot 2,382 = 2,144 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = Q_L \cdot F_L = 2,114 \cdot 1,011 = 2,14 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = 2,14 \text{ l/s} > Q_2 = 2,059 \text{ l/s}$$

Posuzovaný odtok a systém vyhoví dle normy [20].

### **Posouzení odpadního svislého dešťového potrubí**

Pro posouzení svislých dešťových odpadů využita příslušná norma[20]. Odtok dešťových vod se stanoví pomocí tabulky uvedené v normě [20].

$d_i$ ...vnitřní průměr dešťového odpadu [mm]

$f$  ...stupeň plnění [-]

$Q_{RWP}$ ...odtok dešťových vod [l/s]

$$d_i = 100 \text{ mm}$$

$$f = 0,33$$

$$Q_{RWP} = 10,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} > Q_1 = 2,059 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{RWP} = 10,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} > Q_2 = 0,633 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Svislé dešťové odpady na průtok také vyhoví.

## Posouzení svodného dešťového potrubí

Návrh je z potrubí firmy OSMA, KG-Systém z PVC. DN 110 pro všechna svodná dešťová potrubí. Posouzena dle informací výrobce [21].

$Q_m$ ...maximální průtok daný výrobcem

Dešťové potrubí č. 6: sklon 1,5%,  $Q_m = 3,5$  l/s

$$Q_m = 3,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} > Q_1 = 2,059 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Dešťové potrubí č. 7: sklon 3,5%,  $Q_m = 4,7$  l/s

$$Q_m = 4,71 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} > Q_1 = 0,633 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Dešťové potrubí č. 8: sklon 1,5%,  $Q_m = 3,5$  l/s

$$Q_m = 3,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} > Q_1 = 2,059 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Všechny posuzované větve dešťového svodného potrubí vyhoví.

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 7

Návrh nádrže na dešťovou vodu

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Rovnice pro množství zachycené srážkové vody

Následující výpočty proběhly na základě platné normy [15].

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} \quad (20)$$

$$Q = \frac{800 \cdot 196,3 \cdot 0,7 \cdot 0,95}{1000}$$

$$Q = 104,43 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Q...množství zachycené srážkové vody [m<sup>3</sup>/rok]

j...množství srážek [mm/rok], určíme z průměru srážek za dané období z tabulky č. 9

P...využitelná plocha střechy P, půdorysný průmět rozměrů střechy

$$P = (a \cdot b) + (c \cdot d) \quad (21)$$

$$P = (12,68 \cdot 13,42) + (3,8 \cdot 6,88)$$

$$P = 196,3 \text{ m}^2$$

P...využitelná plocha střechy [m<sup>2</sup>]

a...délka půdorysu střechy včetně přesahů nad hlavní obytnou částí [m]

b...šířka půdorysu střechy včetně přesahů nad hlavní obytnou částí [m]

c...délka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží [m]

d...šířka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží [m]

f<sub>s</sub>...koeficient odtoku střechy [-], dle materiálu kterým je střecha pokryta, určíme dle tabulky č. 6

f<sub>f</sub>...koeficient odtoku filtru mechanických nečistot [-], udává výrobce, f<sub>f</sub> = 0,95

Tabulka 7: Určení koeficientu odtoku střechy

tvar střechy	střešní krytina	koeficient odtoku střechy	vlastnosti z hlediska znečištění
plochá	asfalt s násypem křemíku	0,6	velmi vhodná
	<b>plast</b>	<b>0,7</b>	<b>velmi vhodná</b>
	pozinkovaný plech	0,7	vhodná
	ozelenění	0,2	méně vhodná
šikmá	pálené tašky	0,75	velmi vhodná
	betonové tašky	0,75	velmi vhodná
	břidlice	0,75	velmi vhodná
	šindel	0,6	velmi vhodná
	pozinkovaný plech	0,8	vhodná
	plast	0,8	velmi vhodná
	ozelenění	0,25	méně vhodná
	osinkocement	-	nevhodná

### Rovnice pro objem nádrže dle spotřeby vody

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z}{1000} \quad (22)$$

$$V_v = \frac{5 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 20}{1000}$$

$$V_v = 6,0 \text{ m}^3$$

$V_v$ ...objem nádrže dle spotřeby vody [ $\text{m}^3$ ]

$n$ ...počet obyvatel v domácnosti [-]

$S_d$ ...celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele za den [l]

$R$ ...koeficient využití srážkové vody [-]

$z$ ...koeficient optimální velikosti [-]



### Rovnice pro objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} \quad (23)$$

$$V_p = 20 \cdot \frac{104,43}{365}$$

$$V_p = 5,72 \text{ m}^3$$

$V_p$ ...objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody [ $\text{m}^3$ ]

$z$ ...koeficient optimální velikosti [-]

$Q$ ...množství zachycené srážkové vody ( $\text{m}^3/\text{rok}$ )

### Návrhu objemu nádrže

Porovnáním objemů dle spotřeby vody a dle množství využitelné srážkové vody optimalizujeme situaci a vyhodnotíme potřebnou velikost nádrže.

$$V_N = \min(V_v; V_p) = \min(6,0; 5,72) = 4,9 \text{ m}^3 \quad (24)$$

$V_N$ ...potřebný objem nádrže [ $\text{m}^3$ ]

$V_v$ ...objem nádrže dle spotřeby vody [ $\text{m}^3$ ]

$V_p$ ...objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody [ $\text{m}^3$ ]

Hodnoty se neliší o více jak 20 %, proto je využívání srážek v pořádku. Navrhuji nádrž o velikosti  $6,5 \text{ m}^3$ , Carat 6500l, firmy Graf.

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 8

Návrh vsakovacího zařízení

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Posouzení a návrh vsakovacích boxů proběhl dle normy [22].

### **Odvodňovaná plocha**

$$A_{red} = \sum A_i \cdot \psi_i \quad (25)$$

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]

$A_i$  ... půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu [m<sup>2</sup>]

$\psi_i$  ... součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro plochu určitého druhu

$\psi_i = 1,0$  pro střechy s nepropustnou horní vrstvou

$\psi_i = 0,7$  pro dlažby s pískovými spárami

### **Vsakovaný odtok**

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_y \cdot A_{vsak} \quad (26)$$

$k_v$  ... koeficient vsaku [m·s<sup>-1</sup>]

$f$  ... součinitel bezpečnosti vsaku [-]

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m<sup>2</sup>]

### **Vsakovací plocha**

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left( \left( \frac{h_{vz}}{2} \right) + b \right) \quad (27)$$

$L$  ... délka podzemního prostoru [m]

$b$  ... šířka podzemního prostoru [m]

$b'$  ... šířka vsakovací plochy podzemního prostoru [m]

$h_{vz}$  ... výška propustných stěn [m]

Rovnice pro odhad vsakovací plochy:

$$A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \cdot A_{red} \quad (28)$$

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [ $m^2$ ]

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [ $m^2$ ]

### **Retenční objem vsakovacího zařízení**

Pro návrhový úhrn bylo stanoveno nejbližší místo Ostrava – Vítkovice.

$$VVZ = hd1000 \cdot (A_{red} + A_{vz} - 1f \cdot kv \cdot A_{vsak} \cdot tc \cdot 60) \quad (29)$$

$hd$  ... návrhový úhrn srážek [mm]

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [ $m^2$ ]

$kv$  ... koeficient vsaku [ $m \cdot s^{-1}$ ]

$f$  ... součinitel bezpečnosti vsaku [-]

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [ $m^2$ ]

$A_{vz}$  ... plocha hladiny vsakovacího zařízení [ $m^2$ ]

$t_c$  ... doba trvání srážky určité periodicity [min]

$$W = \frac{V_{vz}}{m} \quad (30)$$

$V_{vz}$  ... největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [ $m^3$ ]

$m$  ... retenční schopnost vsakovacího zařízení

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (31)$$

$T_{pr}$  ... doba prázdnění vsakovacího zařízení [h]

$V_{vz}$  ... největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [ $m^3$ ]

$Q_{vsak}$  ... vsakovaný odtok [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]

### Návrh boxů pro splnění objemu a doby prázdnění

$$A_{red} = (196,3 \cdot 1,0 + 12 \cdot 0,7) = 204,7 \, m^2$$

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot A_{vsak} = 0,001535 \, m^3 \cdot s^{-1}$$

$$A_{vsak} = 0,3 \cdot 204,7 = 61,41 \, m^2$$

Je třeba posoudit jaký největší retenční objem je třeba pro včasné vyprázdnění vsakovacích boxů.

Dle tabulky č. 8 určíme.

Tabulka 8: Tabulka vypočtených retenčních objemů

$t_c$	$h_d$	$V_{vz}$
min	mm	$m^3$
5	10,8	1,750
10	15,2	2,190
<b>15</b>	<b>17,8</b>	<b>2,262</b>
20	19,6	2,170
30	22,1	1,760
40	23,8	1,187
60	26,3	-0,143
120	30,5	-4,810
240	36,7	-14,595
360	40,7	-24,830
480	41,9	-35,638
600	43,1	-46,446
720	44,3	-57,255
1080	47,9	-89,679
1440	50,1	-122,390
2880	68,7	-251,228
4320	78,9	-381,786

$$W = \frac{2,262}{0,95} = 2,381 \text{ m}^3$$

Navrhuji 8 boxů, firmy Graf s rozměry 1200x600x420mm.

Poté tedy dosadíme skutečné rozměry boxů dle (26),(27),(29),(31):

$$A_{vsak} = 4,8 \cdot 1,41 = 6,768 \text{ m}^2$$

$$V_{VZ} = 5,343 \text{ m}^3$$

$$T_{pr} = \frac{5,343}{0,0001692} = 8,77 \text{ hod} < \text{maximálně } 72 \text{ hod}$$

Navržené boxy vyhoví dle normy [22].

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 9

Bilance dešťových a splaškových vod

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

## Bilance odváděných splaškových a dešťových vod

Výpočet je proveden na základě vyhlášky [5].

### Splaškové vody

Počet obyvatelů v rodinném domě je 5. Směrné číslo roční potřeby vody na jednoho obyvatele s tekoucí vodou (teplá voda na kohoutku) za rok je  $35\text{m}^3$ . Protože se jedná o rodinný dům, je třeba započítat další  $1\text{m}^3$  potřeby vody, který souvisí s očištěním okolí rodinného domu.

Celková potřeba vody za rok na obyvatele je tedy  $36\text{ m}^3$ . Pro 5 obyvatel je  $180\text{ m}^3/\text{rok}$ .

$$Q_p = \frac{36}{365} = 98,6\text{ l/den} \quad (32)$$

$Q_p$ ...průměrná potřeba vody za den na jednoho obyvatele [l/den]

$$Q_d = Q_p \cdot k_d \quad (33)$$

$Q_p$ ...průměrná potřeba vody za den na jednoho obyvatele [l/den]

$Q_d$ ... maximální denní potřeba vody [l/den]

$k_d$  ... koeficient denní nerovnoměrnosti [-], dle [23]

$$Q_d = 98,6 \cdot 1,35 = 133,11\text{ l/den}$$

$$Q_h = Q_d \cdot k_h \quad (34)$$

$Q_d$ ... maximální denní potřeba vody [l/den]

$Q_h$ ... maximální hodinová potřeba vody [l/den]

$k_h$  ... koeficient hodinové nerovnoměrnosti [-], dle [24]

$$Q_h = 133,11 \cdot 1,8 = 239,6\text{ l/den}$$

Roční potřeba vody pro pětičlennou rodinu žijící v rodinném domě je stanovena na



## Dešťové vody

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} \quad (20)$$

$$Q = \frac{800 \cdot 196,3 \cdot 0,7 \cdot 0,95}{1000}$$

$$Q = 104,43 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Q...množství zachycené srážkové vody [m<sup>3</sup>/rok]

j...množství srážek [mm/rok], určíme z průměru srážek za dané období z tabulky č. 8

P...využitelná plocha střechy P, půdorysný průmět rozměrů střechy

$$P = (a \cdot b) + (c \cdot d) \quad (21)$$

$$P = (12,68 \cdot 13,42) + (3,8 \cdot 6,88)$$

$$P = 196,3 \text{ m}^2$$

P...využitelná plocha střechy [m<sup>2</sup>]

a - délka půdorysu střechy včetně přesahů nad hlavní obytnou částí [m]

b - šířka půdorysu střechy včetně přesahů nad hlavní obytnou částí [m]

c - délka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží [m]

d - šířka půdorysu střechy včetně přesahů nad garáží [m]

f<sub>s</sub>...koeficient odtoku střechy [-], dle materiálu kterým je střecha pokryta, určíme dle tabulky č. 6

f<sub>f</sub>...koeficient odtoku filtru mechanických nečistot [-], udává výrobce, f<sub>f</sub> = 0,95

Tabulka 9: Historická data úhrnu srážek v Moravskoslezském kraji

Rok	Měsíc												Celkem za rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1977	73	105	60	74	91	74	132	220	98	22	78	38	1065
1978	23	18	32	84	105	70	83	99	77	67	49	40	747
1979	66	44	56	63	61	144	65	78	54	44	70	57	802
1980	28	32	29	81	49	107	204	84	66	81	47	30	838
1981	39	36	58	31	53	116	115	83	103	98	84	99	915
1982	41	11	20	51	71	135	111	96	29	21	28	79	693
1983	53	57	59	51	94	107	52	25	51	37	28	38	652
1984	40	43	24	32	99	85	79	83	91	41	48	35	700
1985	36	41	39	49	79	106	122	227	22	25	74	51	871
1986	53	27	31	36	114	103	73	151	32	39	27	80	766
1987	65	27	36	48	131	135	61	68	65	53	56	62	807
1988	39	66	57	28	72	70	92	86	80	24	49	70	733
1989	17	26	31	88	81	113	73	96	64	24	34	23	670
1990	17	41	20	97	72	104	55	55	99	33	63	46	702
1991	13	22	16	54	106	114	97	108	57	28	100	65	780
1992	35	56	89	50	30	71	47	24	56	97	22	76	653
1993	32	42	63	25	40	102	73	45	86	49	38	74	669
1994	45	16	75	109	94	35	37	121	89	61	31	49	762
1995	51	32	57	65	102	124	78	112	94	7	57	41	820
1996	27	47	47	74	136	95	63	132	145	63	71	21	921
1997	26	32	24	47	109	100	384	56	42	49	90	47	1006
1998	41	26	51	57	54	135	98	65	139	119	40	26	851
1999	27	56	43	73	51	163	92	55	62	52	76	37	787
2000	48	36	106	40	67	59	206	45	50	37	82	44	820
2001	56	42	52	81	61	115	214	97	152	26	58	58	1012
2002	22	59	36	37	78	120	86	121	86	87	43	42	817
2003	49	17	29	42	87	35	120	41	43	93	35	59	650
2004	51	78	84	50	53	109	65	50	36	67	79	18	740
2005	72	71	31	46	101	71	140	129	46	9	62	116	894
2006	43	50	63	95	88	101	29	161	31	20	66	35	782
2007	79	37	78	9	68	83	89	75	191	68	68	40	885
2008	42	27	55	47	91	71	159	92	98	36	31	46	795
2009	33	64	109	13	90	161	116	52	23	100	60	44	865
2010	70	39	28	78	280	105	161	129	107	17	78	70	1162
2011	30	12	35	57	97	108	179	81	26	45	0	45	715
2012	90	50	28	41	48	110	80	63	75	102	36	32	755
2013	66	59	66	28	112	152	26	58	110	31	42	23	773
2014	31	20	35	58	142	76	108	113	105	55	35	36	814
2015	67	34	52	41	76	51	40	47	42	38	53	17	558
													804

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 10

Dimenzování vodovodu užitkové vody

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Dimenzování provedeno dle normy [26].

Tabulka 10: Dimenzování vodovodu užitkové vody

ÚSEK POTRUBÍ		$Q_A$ l/s		$Q_D$ l/s	$d_a \times s$ DN mm	$v$ m/s	$l$ m	$R$ kPa/m	$l.R$ kPa	$\sum \zeta$	$\Delta p_F$ kPa	$l.R + \Delta p_F$ kPa
OD	DO	0,2	0,3									
		Přibývá	Přibývá									
1	2	1	0	0,200	25x3,5	0,800	3,896	0,540	2,104	17,0	5,438	7,542
2	6	1	0	0,283	25x3,5	1,128	2,934	1,016	2,980	18,0	11,448	14,428
3	5	1	0	0,200	25x3,5	0,800	2,725	0,540	1,472	17,0	5,438	6,910
4	5	1	0	0,200	25x3,5	0,800	0,751	0,540	0,406	23,0	7,358	7,763
5	6	0	0	0,283	25x3,5	1,128	2,490	1,016	2,530	4,0	2,544	5,074
6	8	0	0	0,346	32X4,4	0,838	0,500	0,451	0,226	1,5	0,527	0,752
7	8	0	1	0,300	25x3,5	1,200	5,250	1,120	5,880	18,5	13,316	19,196
8	9	0	0	0,458	32X4,4	1,116	2,550	0,732	1,868	7,4	4,607	6,474
9		0	0	0,458	32X4,4	1,074	23,922	0,707	16,903	20,5	11,820	28,723
												96,862

$Q_A$  ...jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s]

$Q_D$  ...výpočtový průtok [l/s]

$v$  ...průtočná rychlost [m/s]

$l$  ...délka posuzovaného úseku potrubí [m]

$R$  ...délková ztráta třením [kPa/m]

$\zeta$  ... součinitel místního odporu [-]

$\Delta p_F$  ... tlaková ztráta vlivem místních odporů [kPa]

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 11

Hydraulické posouzení vodovodu užitkové vody

Student:

Tereza Cilečková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Posouzení provedeno dle normy [26]. Minimální přetlaky před výtakovými armaturami jsou 100 kPa. Navžená domácí vodárna s čerpadlem je maximální tlak ve vodovodní síti je 400kPa. Dispoziční přetlak potrubí je 350kPa.

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \Delta p_{wm} + \Delta p_{ap} + \Delta p_{rf} \quad (35)$$

$p_{dis}$  ...dispoziční přetlak [kPa]

$p_{minFl}$  ...minimální přetlak před výtakovou armaturou [kPa]

$\Delta p_e$  ...tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem [kPa]

$\Delta p_{wm}$  ...tlaková ztráta vodoměru [kPa]

$\Delta p_{ap}$  ... tlakové ztráty zařízení [kPa]

$\Delta p_{rf}$  ...tlakové ztráty v potrubí na hlavní větvi [kPa]

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} \quad (36)$$

$h$  ... svislá vzdálenost mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce [m]

$\rho$ ... hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$g$ ... tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

$$\Delta p_e = \frac{4,765 \cdot 999,7 \cdot 9,81}{1000} = 46,73 \text{ kPa}$$

$$350 \geq 100 + 46,73 + 0 + 0 + 77,16$$

$$350 \text{ kPa} \geq 223,85 \text{ kPa}$$

Posuzované potrubí vyhoví dle normy [26].

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 12

Výpočet izolace vodovodního potrubí

Student:

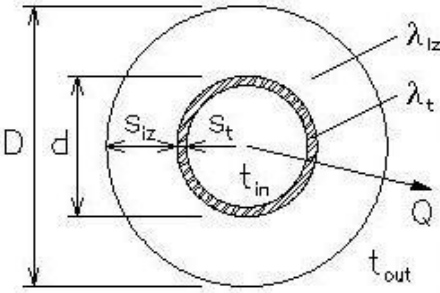
Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

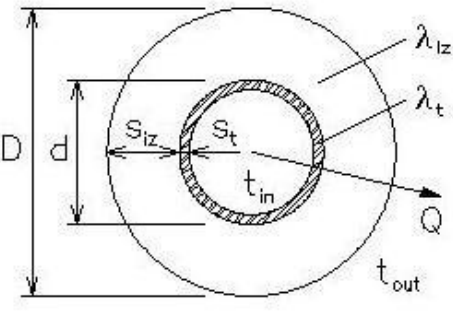
Ostrava 2016

Výpočet je proveden dle internetového portálu [27]. Následné obrázky jsou výstupy pro minimální tloušťku tepelné izolace potrubí zabráňující kondenzaci vodních par. Vzhledem k výsledkům, navrhuji tloušťku izolace 9mm, tepelná izolace Mirelon Stabil.

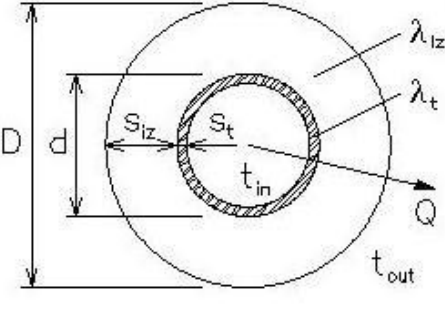
<b>Trubka</b> PP-R Ekoplastik PN 16 Rozměry trubky - 25x3.5 Průměr $d = 25$ mm Tloušťka stěny $s_t = 3.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 0.22$ W / m K	<b>Izolace</b> MIRELON (PRO, POLAR, STABIL) Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.04$ W / m K
	<b>Potrubí</b> Teplota média $t_{in} = 10$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost $rh = 60$ % Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m <sup>2</sup> K
<b>Minimální tloušťka izolace</b>	$s_{iz, min} = 0.5$ mm
<b>Povrchová teplota izolace</b>	$t_{p, iz} = 12.4$ °C

Obrázek 3: Izolace potrubí PPR 25x3,5



<b>Trubka</b> PP-R Ekoplastik PN 16 Rozměry trubky - 32x4.4 Průměr $d = 32$ mm Tloušťka stěny $s_t = 4.4$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 0.22$ W / m K	<b>Izolace</b> MIRELON (PRO, POLAR, STABIL) Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.04$ W / m K
	<b>Potrubí</b> Teplota média $t_{in} = 10$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost $rh = 60$ % Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m <sup>2</sup> K
<b>Minimální tloušťka izolace</b>	$s_{iz, min} = 0.3$ mm
<b>Povrchová teplota izolace</b>	$t_{p, iz} = 12.4$ °C

Obrázek 4: Izolace potrubí PPR 32x2,9

<b>Trubka</b> PE-Xa REHAU Rautherm S Rozměry trubky - 32x2.9 Průměr $d = 32$ mm Tloušťka stěny $s_t = 2.9$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 0.43$ W / m K	<b>Izolace</b> MIRELON (PRO, POLAR, STABIL) Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.04$ W / m K
	<b>Potrubí</b> Teplota média $t_{in} = 10$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost $rh = 60$ % Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m <sup>2</sup> K
<b>Minimální tloušťka izolace</b>	$s_{iz, min} = 0.9$ mm
<b>Povrchová teplota izolace</b>	$t_{p, iz} = 12.4$ °C

Obrázek 5: Izolace potrubí PE 32x2,9

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 13

Technický list – Ecorain RWS3

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

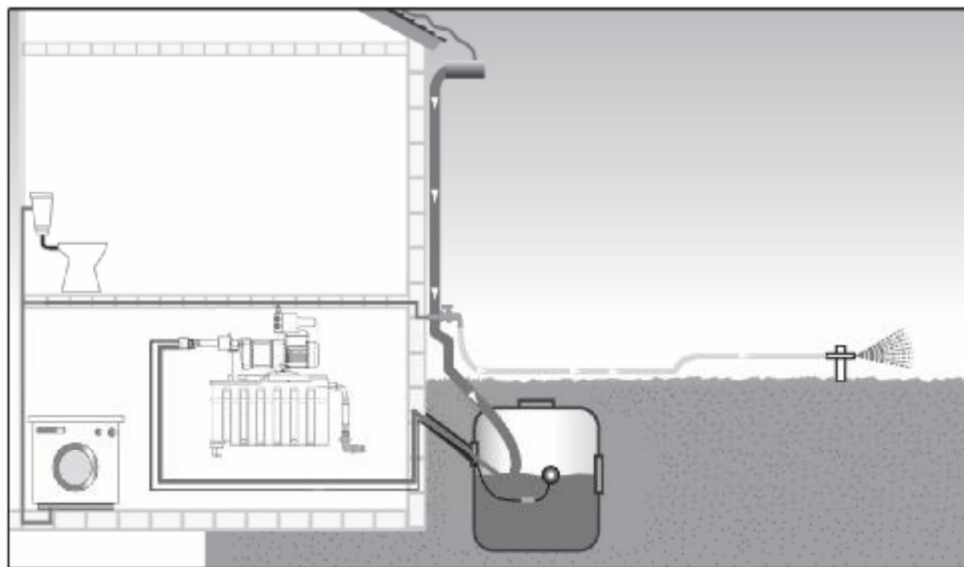
Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

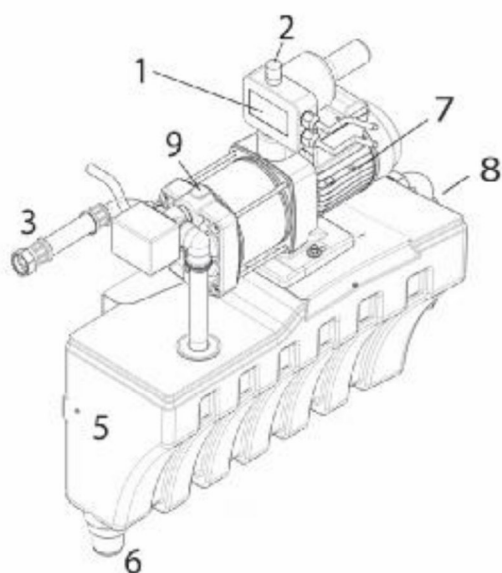
Ostrava 2016

Čerpadlo funguje jako většina čerpadel vybavených systémem "start-stop", s ovládáním průtoku a tlaku. Při snížení tlaku pod určitou stanovenou hodnotu se čerpadlo spustí a při zavření kohoutku se zastaví. Při nedostatku vody se čerpadlo zastaví a na ovládacím panelu se bude signalizovat závada, po určité stanovené době se automaticky znovu spustí a pokud všechny funkce budou odpovídat parametrům, bude opět fungovat normálně.

Zařízení je rovněž vybaveno speciálním sifónem proti zápachu a proti vyprázdnění.



Obrázek 01



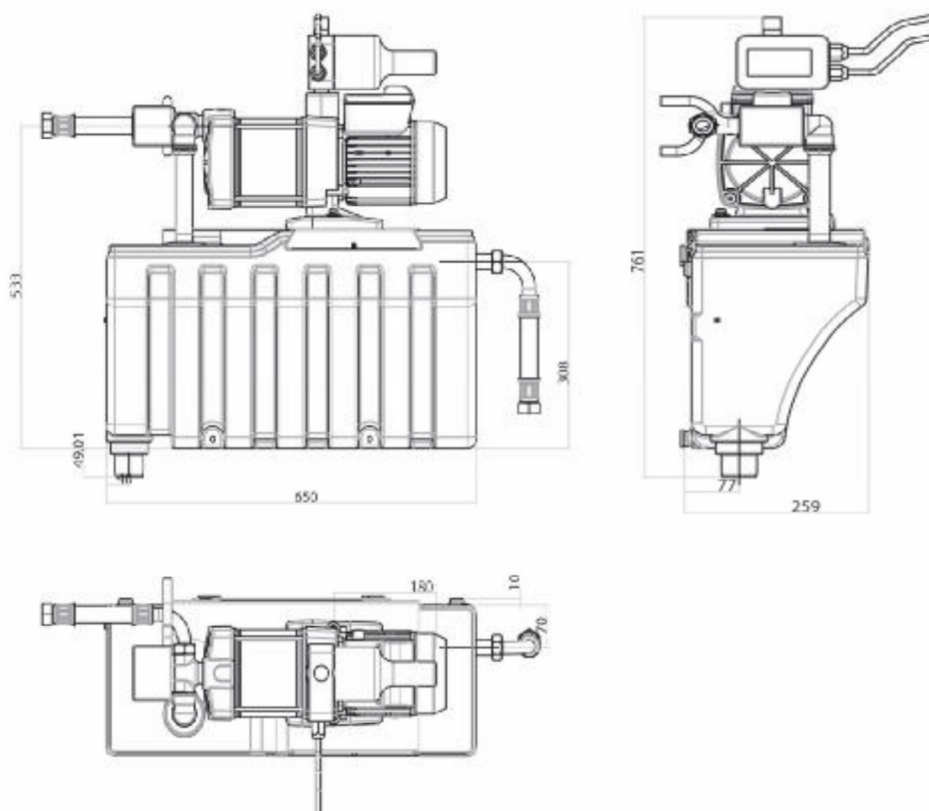
1. ovládací panel čerpadla
2. vývod přetlakové vody
3. nasávání ze sběrné nádrže dešťové vody
4. třícestný ventil
5. sběrná nádrž vody z vodovodní sítě
6. odtok sifónu přeplnění
7. čerpadlo
8. vstup vody z vodovodní sítě
9. plnicí zátka čerpadla

## 3. Technické parametry

Maximální průtokné množství	85 (lt/min) – 5,1 (m3/h)	GPM 22,5 – GPM 1347
Maximální výtlačná výška	45 m	147 Ft H <sub>2</sub> O – 64 PSI
Teplota čerpané kapaliny	od +5°C do +35°C	od +41°F do +95°F
Maximální tlak zařízení	6 bar	200 Ft H <sub>2</sub> O – 87 PSI
Maximální tlak sítě	4 bar	133 Ft H <sub>2</sub> O – 58 PSI
Minimální průtokné množství vodovodní sítě	Min 10 lt/min	Min 2,65 GPM
Maximální výška nejvyššího používaného bodu	15 m	49 ft
Napájecí napětí 1 fáze	Volt 230 Hz50	Volt 110-120 Hz60
Maximální příkon	1000	1000
Stupeň ochrany	20	20
Teplota prostředí	Min +5°C Max +40°C	Min +41°F Max +104°F
Materiál nádrže	PE	PE
Rozměry trubice vody z vodovodní sítě	3/4"	3/4"
Rozměry přívodní trubice	1"	1"
Rozměry trubice nasávání	1"	1"
Rozměry trubice přeplnění	2"	DN 50
Maximální výška	1000 m	3280 Ft
Druh vody ph	4-9	4-9
Senzor hladiny sběrné nádrže dešťové vody	plovák ON/OFF s kabelem o délce 20 metrů	plovák ON/OFF s kabelem o délce 65 ft
Hmotnost Kg naprázdno	18	18
BHmotnost Kg za chodu	33	33

## 3.1. Rozměry

Obrázek 02



VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 14

Posouzení čerpadla domácí vodárny

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

K posouzení čerpadla jsem zjistila potřebné výšky z internetového portálu [28]. Poté byly zjištěné údaje porovnány s technickými parametry čerpadla z přílohy č. 13.

Maximální průtočné množství čerpadla:

$$5,1 \text{ m}^3/\text{hod} > 1,65 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Maximální výtlačná výška čerpadla:

$$45 \text{ m} > 9 \text{ m}$$

Maximální výška nejvyššího používaného bodu:

$$15 \text{ m} > 4,77 \text{ m}$$

Technické parametry čerpadla splnili požadované nároky.

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 15  
Ekonomické posouzení

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

Výpočet nákladů na pořízení systému využití dešťových vod:

Tabulka 11: Výpočet nákladů na zařízení

<b>Zařízení</b>	<b>Cena za jednotku vč. DPH</b>	<b>Počet</b>	<b>Celková cena vč. DPH</b>
Nádrž Carat 6500l	37 980 Kč	1 Ks	37 980 Kč
Spojovací kus - rozpěrná vložka	4 500 Kč	2 Ks	9 000 Kč
Teleskopický vyrovnávací nástavec Maxi	5 150 Kč	1 Ks	5 150 Kč
Carat - sada 3 pro domovní využití:	8 660 Kč	1 Ks	8 660 Kč
Bezpečnostní přepad			
Klidný nátok			
Rychlomontážní manžeta			
Interní filtr Optimax-Pro			
PE sací potrubí	35 Kč/m	30 m	1 050 Kč
Plovoucí sání	1 550 Kč	1 Ks	1 550 Kč
Čerpací jednotka - Ecorain RWS3	19 030 Kč	1 Ks	19 030 Kč
Jemný filtr se zpětným proplachováním	4 000 Kč	1 Ks	4 000 Kč
Vsakovací box	2 160 Kč	8 Ks	17 280 Kč
Odvětrávací hlavice	980 Kč	1 Ks	980 Kč
Výkopové práce			
Výkopové práce pomocí techniky	800 Kč/hod	8 hod	6 400 Kč
Zpětný zásyp zeminy s hutněním	600 Kč/m <sup>3</sup>	27 m <sup>3</sup>	16 200 Kč
			<b>127 280 Kč</b>

Tabulka 12: Vodné a stočné za rok 2016

Cena vody včetně DPH	Vodné Kč/m <sup>3</sup>	Stočné Kč/m <sup>3</sup>	Celkem Kč/m <sup>3</sup>	Meziroční nárůst
Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava	40,7	37,18	77,88	2,20%

$$S = 104,43 \cdot 77,88 = 8133 \text{ Kč}$$

S ... ušetřené peníze za vodné a stočné za rok při využití sestavy na dešťovou vodu

$$N = \frac{127280}{8133} = 15,65 \text{ let}$$

N...návratnost investice



VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Příloha č. 16

Deník konzultací bakalářské práce

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Tereza Cilečková


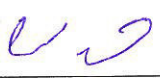
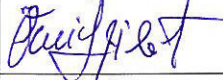



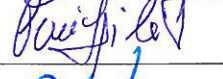


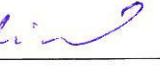
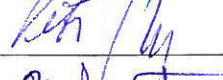
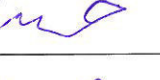
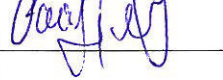

Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2016

# DENÍK KONZULTACÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno: Cilečková Tereza

E-mail: tereza.cileckova.st@vsb.cz

Datum konzultace	Téma konzultace bakalářské práce	Podpis konzultanta	Podpis studenta
25.11.2015	1. NP, 2. NP		
24.2.2016	2AKLADY, ŘEZY, STROPY, DETAILS		
11.3.2016	STŘECHA, DETAILS, ZA'KLADY		
30.3.2016	SITUACE, POHLEDY		
12.4.2016	KANALIZACE - VÝKRESY		
18.4.2016	KANALIZACE - VÝKRESY		
18.4.2016	KONTROLA VÝKRESU		

Vedoucí BP: Ing. Petra Tymová, Ph.D., VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB

Konzultant BP: Ing. Filip Čmiel, Ph.D., VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra pozemního stavitelství